

VTT Technical Research Centre of Finland

Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa

Laurikko, Juhani; Paakkinen, Marko

Published: 01/01/2018

Document Version
Publisher's final version

[Link to publication](#)

Please cite the original version:

Laurikko, J., & Paakkinen, M. (2018). *Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa: GASELLI - väliraportti 2*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tutkimusraportti No. VTT-R-05286-18



VTT
<http://www.vtt.fi>
P.O. box 1000FI-02044 VTT
Finland

By using VTT's Research Information Portal you are bound by the following Terms & Conditions.

I have read and I understand the following statement:

This document is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of this document is not permitted, except duplication for research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered for sale.



KUVA: Auto Bild Suomi

Sähkö- ja kaasuautojen markkina- näkymät Suomessa (GASELLI) - Väliraportti 2

Kirjoittajat: Juhani Laurikko, Marko Paakkinen
Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa - GASELLI -väliraportti 2	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta Liikenneneuvos Saara Jääskeläinen, liikenne- ja viestintäministeriö, p. 0295 34 2560, saara.jaaskelainen@lvm.fi	Asiakkaan viite
Projektin nimi Sähkö- ja kaasuautojen hankintojen kustannustehokkaat edistämistoimet	Projektin numero/lyhytnimi 118835/GASELLI
Raportin laatija(t) Juhani Laurikko, Marko Paakkinen	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 56
Avainsanat Sähköauto, kaasuauto, markkinaosuus	Raportin numero VTT-R-05286-18
Tiivistelmä Tämä väliraportti on toinen osa Valtioneuvoston kanslian tilaamaa selvitystyötä "Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämistoimet - GASELLI". Raportissa kartoitetaan sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymiä etenkin Suomessa, verrokkina muut Pohjoismaat ja eräät muut Euroopan maat.	
Luottamuksellisuus	Julkinen
<div>Espoo 17.10.2018</div> <div>Laatija</div> <div> Juhani Laurikko Marko Paakkinen Johtava tutkija Erikoistutkija</div> <div>Tarkastaja</div> <div> Mikko Pihlatie Tiimipäällikkö</div> <div>Hyväksyjä</div> <div> Jukka Lehtomäki Tiimipäällikkö</div>	
VTT:n yhteystiedot	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaaaja, VTT, GASELLI-projektin ohjausryhmä.	
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.	

Alkusanat

Tämä väliraportti on toinen osa Valtioneuvoston kanslian tilaamaa selvitystyötä "Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämistoimet - GASELLI". Raportissa kartoitetaan sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymiä etenkin Suomessa, verrokkina muut Pohjoismaat ja eräät muut Euroopan maat.

Työryhmä varaa itselleen oikeuden tarkentaa tekemiään johtopäätöksiä ja suosituksia mahdollisen projektin edetessä tarjolle tulevan lisätiedon valossa.

Projektin työryhmään tässä vaiheessa ovat kuuluneet VTT:ltä Marko Paakkinen ja Mikko Pihlatie, Kiinteistöliitosta Petri Pylsy ja Motivasta Vesa Peltola. Projektin ohjausryhmässä toimivat Saara Jääskeläinen liikenne- ja viestintäministeriöstä, Harri Hillamo työ- ja elinkeinoministeriöstä, Tarja Laitinen, Outi Vilen ja Petteri Katajisto ympäristöministeriöstä sekä Markus Teräväinen, Armi Liinamaa ja Ilari Valjus valtiovarainministeriöstä.

Työryhmä haluaa kiittää projektin ohjausryhmää hyvästä yhteistyöstä ja joustavasta toimintaympäristöstä.

Espoossa 19.10.2018

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
Sisällysluettelo	3
1. Johdanto.....	4
2. Tavoite.....	5
3. Määritelmät.....	5
4. Menetelmät.....	6
4.1 Tietohaku.....	6
5. Muu lähdemateriaali.....	7
5.1 Aiemmat tutkimukset	7
5.1.1 IEA Nordic EV Outlook 2018.....	7
5.2 Nykyiset kannustimet.....	7
5.2.1 Julkistet tuet.....	7
5.2.2 Muut kannustimet.....	8
6. Kaasuautot	9
6.1 Kaasuauton tekniikka.....	9
6.2 Kaasuautot Suomessa.....	11
6.3 Suomen markkinoilla olevat kaasuautot.....	12
6.4 Kaasuautojen ennakoitavissa oleva markkinakehitys.....	15
6.5 Kaasu raskaassa kalustossa	16
7. Sähköautot	19
7.1 Sähköautojen tekniikka.....	19
7.2 Sähköautojen lataaminen	21
7.3 Akun elinikä ja vaihtamisen kustannukset.....	22
7.4 Sähköautot Suomessa.....	25
7.5 Suomen markkinoilla myynnissä olevat sähköautot	28
7.6 Sähköautojen tulevaisuuden tuotantonäkymät.....	31
7.7 Sähköautojen tulevaisuuden hintakehitys	36
7.8 Sähköautojen ennakoitavissa oleva markkinakehitys.....	37
7.9 Muiden autoluokkien tilanne ja odotettavissa oleva kehitys.....	41
8. Yksittäin maahantuodut ja niiden käyttövoimat.....	45
8.1 Yksittäin maahantuonti.....	45
8.2 Eräitä esimerkkejä markkinapaikoista, joiden kautta voi etsiä käytettyjä kaasu- tai sähköautoja.	46
9. Nordic EV Outlook	47
10. Johtopäätökset	53
10.1 Kaasuautojen markkinatilanne	53
10.2 Sähköautojen markkinatilanne	53
11. Yhteenveto	56

1. Johdanto

Liikenteen hiilidioksidipäästöjen merkittävät vähentämistavoitteet edellyttävät uusiutuvan energian osuuden tuntuvaa lisäämistä. Osana toimenpiteitä on hallituksen energia- ja ilmastostrategiassa asetettu tavoitteeksi saada liikenteeseen vuoteen 2030 mennessä 250 000 sähköautoa ja 50 000 (bio)kaasuautoa. Autokannan uudistuessa verrattain hitaasti ja po. autojen tarjonnan ollessa vielä harvalukuista, tarvitaan tietoa siitä, millä keinoin mainitut tavoitteet olisi mahdollista saavuttaa. Päästöjen vähentämistavoitteesta tekee erityisen haasteellisen se tosiasia, että siinä tavoitellaan suurta muutosta erittäin monimutkaisessa ja runsaasti sisäisiä ristiriippuvuuksia sisältävässä järjestelmässä, mutta samalla muutos tapahtuu jopa yksittäisten kuluttajien tekemien päätösten kautta, ei millään lain muutoksella tai hallinnollisella määräyksellä. Julkinen valta voi pyrkiä erilaisin kannustimin ohjaamaan ja vauhdittamaan muutosta, ja pyrkiä myötävaikuttamaan päätöksentekoon eri tahoilla ja tasoilla. Tämän muutoksen tehostamiseksi tarvitaan tietoa markkinoiden kehityksestä sekä eri ohjauskeinojen ja kannustimien toimivuudesta Suomen olosuhteissa.

Hankkeen päätavoitteena on selvittää sähkö- ja kaasuautojen markkinatilanne ja tulevaisuudennäkymät Suomessa ja sen kautta hahmottaa, millä edellytyksillä on mahdollista saavuttaa energia- ja ilmastostrategiaan sisältyvät tavoitteet sähkö- ja kaasuautojen yleisyyden suhteen. Tähän liittyen arvioidaan erilaisten kannustimien toimivuutta ja kustannustehokkuutta Suomen tilanteessa, ja laaditaan sisältöä erilaisiin ja eri kohderyhmille suunnattaviin tarkoitettuihin viestintäkampanjoihin. Lisäksi pyritään tukemaan sähköautojen lataamista erilaisissa ja erityyppisissä asuinkiinteistöissä tuottamalla sekä lataus- ja talotekniikkaan että hallinnollisiin nettelyihin liittyvää tietoaineistoa.

Tämä väliraportti 2 sisältää työn toisen osuuden tulokset, missä tarkastellaan sähkö- ja kaasuautojen markkinoiden kehittymistä ja erilaisia kannustimia. Pääpaino on Suomessa, mutta verrokkina toimivat muut Pohjoismaat - etenkin Norja - sekä eräät muut Euroopan maat, joissa sähkö- tai kaasuautomarkkina on ollut vilkas. Väliraportissa tehdään alustava nopea projektio markkinan kehittämisestä vuoteen 2030 mennessä. Lopullinen tarkka mallinnus markkinakehityksestä, huomioiden erilaiset tekijät ja skenaariot, tehdään työn kolmannessa vaiheessa, ja raportoidaan loppuraportin yhteydessä.

Kannustimien arvioiminen ja lopullinen yhteenveto tullaan esittämään syksyllä 2018 julkaistavassa loppuraportissa.

2. Tavoite

Projektin tämän osion työ jäsentyy pääosin hankkeen tutkimuskysymyksen 1 ympärille, ja pyrkii vastaamaan kysymykseen, millaisia suunnitelmia autoteollisuudella on sähkö- ja kaasuautojen tuotannosta ja markkinoinnista, etenkin:

- Mikä tulee olemaan sähkö- ja kaasuautojen saatavuuden, hintojen ja toimintasäteen kehitys autovalmistajien ja muiden asiantuntijatahojen arvioiden pohjalta?
- Rajautuuko kehitys ainoastaan henkilöautoihin, vai onko odotettavissa myös uusia sähkö- ja kaasukäyttöisiä paketti-, linja- ja kuorma-autoja?

3. Määritelmät

Taulukko 1. Käytetyt termit

Kaasuauto	Auto, jonka polttoaine on metaanikaasu, joka varastoidaan joko paineistettuna tai nesteytettynä. Metaani voi olla joko fossiilista maakaasua tai uusiutuvaa, biokaasua.
Sähköauto	Sähköautolla tarkoitetaan tässä raportissa yleisesti sekä täyssähköautoa, että ladattavaa hybridiä. Katso tarkemmin kohdat ”täyssähköauto” ja ”ladattava hybridi”.
Täyssähköauto, BEV	Täyssähköauto (BEV = Battery Electric Vehicle) tarkoittaa sähköautoa, missä auton liikkumiseen tarkoitettu energia talletetaan akkuun, eikä autossa ole muita voimanlähteitä.
Ladattava hybridi, PHEV	Ladattavassa hybridissä (PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle) on sähköisen voimalinjan lisäksi myös toinen voimanlähde, joka voi olla rinnan sähköisen voimalinjan kanssa (rinnakkaishybridi) tai tuottamassa energiaa ajoneuvon energiavaraston lataamiseen (sarjahybridi).
Rinnakkaishybridi	Ajoneuvossa on sähköisen voimalinjan lisäksi polttomoottorivoimalinja, joka on kytketty rinnakkain sähkövoimalinjan kanssa. Ajoneuvoa voi ajaa jommallakummalla voimalinjalla, ja suuremmissa nopeuksissa yleensä polttomoottorivoimalinja kytkeytyy suoraan mekaanisesti voimansiirtoon.
Sarjahybridi	Sarjahybridissä ajoneuvossa mukana oleva polttomoottori ei ole mekaanisessa yhteydessä vetäviin pyöriin, vaan autoa liikutetaan aina sähköisen voimalinjan avulla. Polttomoottori toimii pelkästään generaattorina, jolla voidaan ladata ajoakua tarvittaessa.

4. Menetelmät

Sekä sähkö- että kaasuautojen lähitulevaisuuden tuotanto- ja tarjontanäkymiä sekä ennakoitua teknologista kehitystä tutkitaan saatavissa olevan, useisiin lähteisiin pohjautuvan julkisen lähdemateriaalin avulla. Pohjan tälle muodostavat varsin tuoreet selvitykset^{1,2}. Teknologian osalta tarkastellaan sähköajoneuvojen osalta myös lataukseen liittyvää kehitystä teknologia-ratkaisuiden, standardisoinnin ja ennakoidun kustannuskehityksen osalta.

Näiden tuotanto- ja tarjontanäkymien perusteella luodaan arviot todennäköisestä tarjonnasta Suomessa, erikseen kummallekin autotyypille. Sen nojalla tehdään estimaatti markkinakehityksestä ilman lisätoimenpiteitä. Tässä käytetään apuna VTT:n kehittämää ”ALIISA”-autokantamallia, jota on menestyksellisesti käytetty vastaavalla tavalla mm. arvioitaessa tieliikenteen päästöjen vähentämistoimien tehokkuutta.

Mikäli tämä estimaatti osoittaa, että tavoitteen mukaisia automääriä ei saavuteta, tehdään ns. takaisinlaskenta, joka antaa tulokseksi automäärät, jotka vielä pitäisi saada toteutumaan. Sen perusteella sitten arvioidaan tarvetta erilaisiin ohjaustoimiin ja kannustimiin, joilla puuttuvat autojen hankinnat voisivat toteutua.

Tuotannon ja tarjonnan näkökulmien täydentämiseksi perehdytään selvityksiin, joissa on tutkittu kuluttajan näkökulmaan ostopäätöksiä tehtäessä. Näitä on mm. Trafi ja Autokaupan ala teettänyt useita viime vuosina, ja niiden tulokset ovat käytettävissä. Näin pyritään tarkemmin ymmärtämään, mitkä tekijät nyt ja lähitulevaisuudessa vaikuttavat eniten kuluttajakäyttäytymiseen arvioitaessa uusien käyttövoimien yleistymistä. Tavoitteena on eritellä ja pyrkiä kvantifioidaan niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat kuluttajien ostopäätöksiin, esimerkiksi: uuden teknologian luotettavuus ja käyttöikä, epävarma jäännösarvo, rajoitettu ajomatka, uusien (liike)toimintamallien vieraus, kallis hankintahinta, sähköautojen latausverkoston tai kaasuautojen tankkausmahdollisuuksien riittämättömyys, puuttuva latausmahdollisuus kotona/asuinkiinteistössä ym., ja miten nämä tekijät painottuvat mahdollisesti eri ryhmissä esimerkiksi iän, asuinpaikan ja asumismuodon sekä sosioekonomisen aseman mukaan.

4.1 Tietohaku

Uusia käyttövoimia käyttävien autojen rekisteröintimäärät ja suosituimmat mallit selvitettiin Trafin viimeisimmistä rekisteröintitilastoista. Myynnissä olevien automallien listaus on koottu eri lähteistä, pääasiassa lehtiartikkeleista ja automaahantuojiin verkkosivuilta hakemalla.

Tulossa olevia automalleja on selvitetty uutisoinnista eri uutislähteistä, ja listaukseen on hyväksytty sellaiset automallit, mitkä autotehdas on vahvistanut tuovansa tuotantoon. Kaikista malleista ei ole vielä saatavilla täysiä teknisiä tietoja, ja osassa automalleista tiedot ovat alustavia, ja voivat muuttua vielä auton tullessa Suomen markkinoille. Autojen arviohinnat on selvitetty vertaamalla joko autovalmistajan julkistamia hintoja ja vastaavien autojen tai saman valmistajan muiden mallien hintoja Suomessa, tai käyttämällä uutislähteissä esitettyjä julkistettuja hintoja muissa maissa ja arvioimalla niiden mahdollinen hinnoittelu Suomessa.

¹ Nordic EV Outlook2018 - Insights from leaders in electric mobility; International Energy Agency (IEA), 2018, 105 s. <http://www.oecd.org/finland/nordic-ev-outlook-2018-9789264293229-en.htm>

² Global EV Outlook2018 - Towards cross-modal electrification, International Energy Agency (IEA), 2018, 136 s. <http://www.oecd.org/publications/global-ev-outlook-2018-9789264302365-en.htm>

5. Muu lähdemateriaali

5.1 Aiemmat tutkimukset

5.1.1 IEA Nordic EV Outlook 2018

Tietolähteenä markkinan kehityksen arvioinnissa käytettiin IEA:n julkistamaa Nordic EV Outlook 2018 -raporttia¹, joka on hyvä yhteenveto Pohjoismaiden sähköautomarkkinasta, eri maissa tarjottavista kannustimista ja niiden vaikuttavuudesta.

5.2 Nykyiset kannustimet

5.2.1 Julkistet tuet

Eduskunta päätti 19.12.2017 laista (971/2017) henkilöautojen romutuspalkkiosta ja sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuesta, sekä henkilöautojen kaasu- tai etanolikäyttöiseksi muuntamisen tuesta.

Tukea voidaan myöntää vuosina 2018 - 2021 seuraavasti³:

- 1) Hankintahinnaltaan alle 50 000 € aiemmin ensirekisteröimättömän sähkökäyttöisen henkilöauton hankintaan tai vähintään kolmen vuoden pituiseen vuokraamiseen. Hankintatuen määrä on 2000 €.

Sähköautojen hankintatuki koskee ainoastaan täyssähköautoja ja sitä ei voi saada päällekkäin romutuspalkkion kanssa. Hankintatuki myönnetään auton myyntihinnan tai vuokran alennuksena.

- 2) Myös uuden etanoli-, kaasu- sekä ladattavien hybridautojen hankintaa tuetaan 2000 eurolla, mutta nämä tuet ovat osa ns. romutuspalkkiota, jonka maksamisen edellytyksenä on, että uuden vähäpäästöisen henkilöauton ostaja vie tukikauden aikana vähintään kymmenen vuotta vanhan, ainakin 12 kuukautta omistuksessaan olleen auton romutettavaksi lailliseen kierrätyspisteeseen. Lisäksi auton on pitänyt olla liikennekäytössä vähintään yksi päivä vuoden 2017 aikana ja romutukseen vietäessä. Romutuspalkkio on käytössä ainoastaan 31.8.2018 asti.
- 3) Yksityishenkilö voi saada myös tukea henkilöautonsa muuntamiseksi kaasu- tai etanolikäyttöiseksi. Auton kaasukäyttöiseksi muuntamiseksi tukea saa 1000 euroa. Auton etanolikäyttöiseksi muuntamiseen saa tukea 200 euroa. Tuki maksetaan konvertoidun ajoneuvon muutostaksituksen jälkeen.

³ Romutuspalkkio ja sähköautojen hankintatuki sekä muuntotuet voimaan 1.1.2018. https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/romutuspalkkio-ja-sahkoautojen-hankintatuki-seka-muuntotuet-voimaan-1-1-2018

5.2.2 Muut kannustimet

Kaasuautojen yleistymistä on osaltaan vauhdittanut Gasum Oy:n Kiinteähinta-kampanja, jonka puitteissa yksityisasiakas on voinut tehdä sopimuksen kiinteähintaisesta (89 €/kuukausi) bio-kaasun tankkauksesta 12 kk ajaksi⁴.

Kampanjan piiriin kuuluvat:

- 1) Autoliikkeistä tilatut uudet henkilöautot (autolla on ajettu enintään 6 000 km tai sen ensimmäisestä käyttöönotosta on alle 6 kuukautta)
- 2) Yksityisesti tai autoliikkeen toimesta ulkomailta maahantuodut, Suomeen ensi kertaa rekisteröitävät kaasukäyttöiset henkilöautot, joiden alkuperäinen käyttöönotto on tapahtunut aikaisintaan 1.1.2010 (EURO5) tai myöhemmin sekä
- 3) Kaasulaitteiden jälkiasennukset aikaisintaan 1.1.2003 (EURO4) tai myöhemmin käytettyihin henkilöautoihin.

Gasum Oy:n mukaan tällä sopimuksella saatu etu on keskimäärin 1500 € asiakasta kohden⁵. Näillä näkymin kampanja loppuu 31.12.2018.

⁴ <https://www.gasum.com/gasum-yrityksena/medialle/uutiset/2018/haluatko-tankata-biokaasua-kiintealla-kuukausihinnalla-jata-korttihakemus-vuoden-loppuun-menessa/>

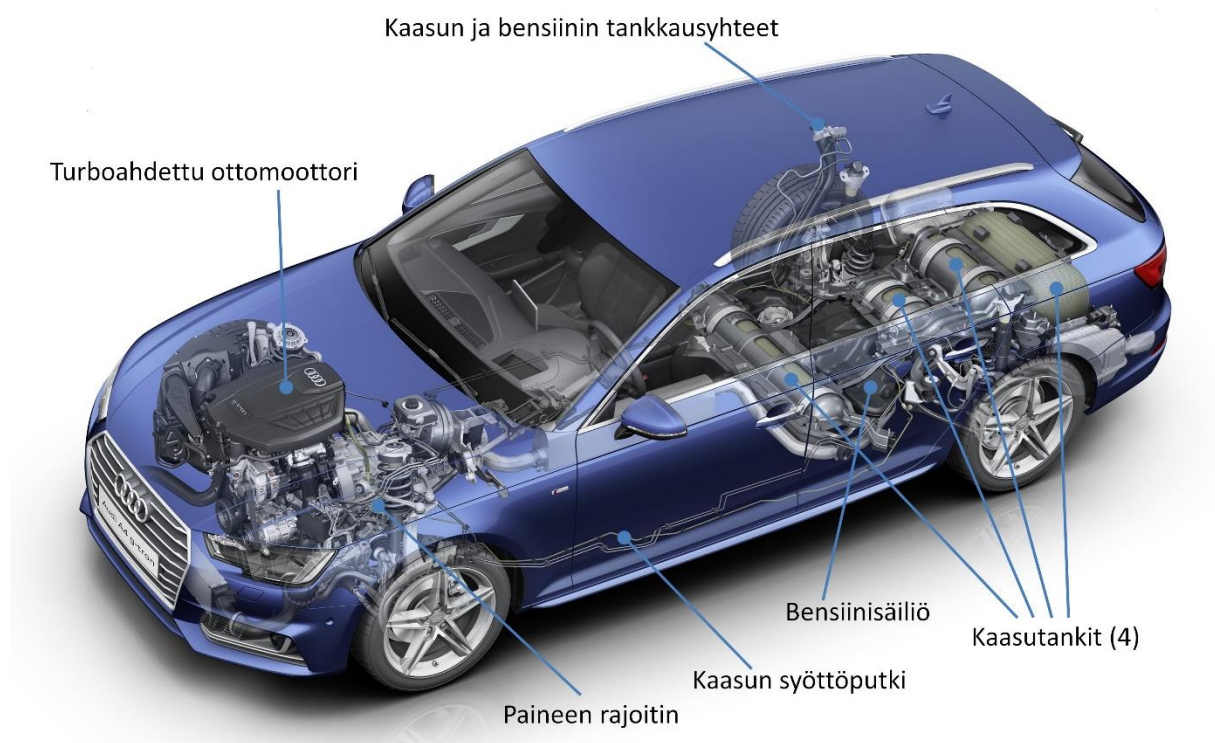
⁵ Yksityinen tiedonanto, Gasum Oy:n edustaja.

6. Kaasuautot

6.1 Kaasuauton tekniikkaa

Kun puhutaan kaasuautosta, tarkoitetaan tavallisesti autoa, joka käyttää metaanikaasua polttoaineena. Koska kaasun tankkausverkosto ei juuri missään ole vielä riittävän tiheä, on kaasuautoissa poikkeuksetta myös bensiinisäiliö. Auto on siis oikeastaan kaksipolttoaineauto, ja siksi jotkut valmistajat markkinoivatkin kaasuautoja "bifuel"-nimikkeellä.

Kaasuauton moottori on normaali kipinäsytytys(otto)moottori, periaatteessa samanlainen kuin bensiinimoottorit. Joissain tapauksissa metaanimoottorissa voi olla korkeampi puristussuhde, koska metaanin oktaaniluku on bensiiniä korkeampi. Korkeampi puristussuhte nostaa moottorin termistä hyötysuhdetta, mutta jos tällaisessa optimoidussa kaasumoottorissa joudutaan kuitenkin käyttämään myös bensiiniä, pitää nakutus estää esim. myöhäistämällä sytytystä, mikä taas huonontaa hyötysuhdetta, jolloin bensiinillä ajaminen on epätaloudellista.

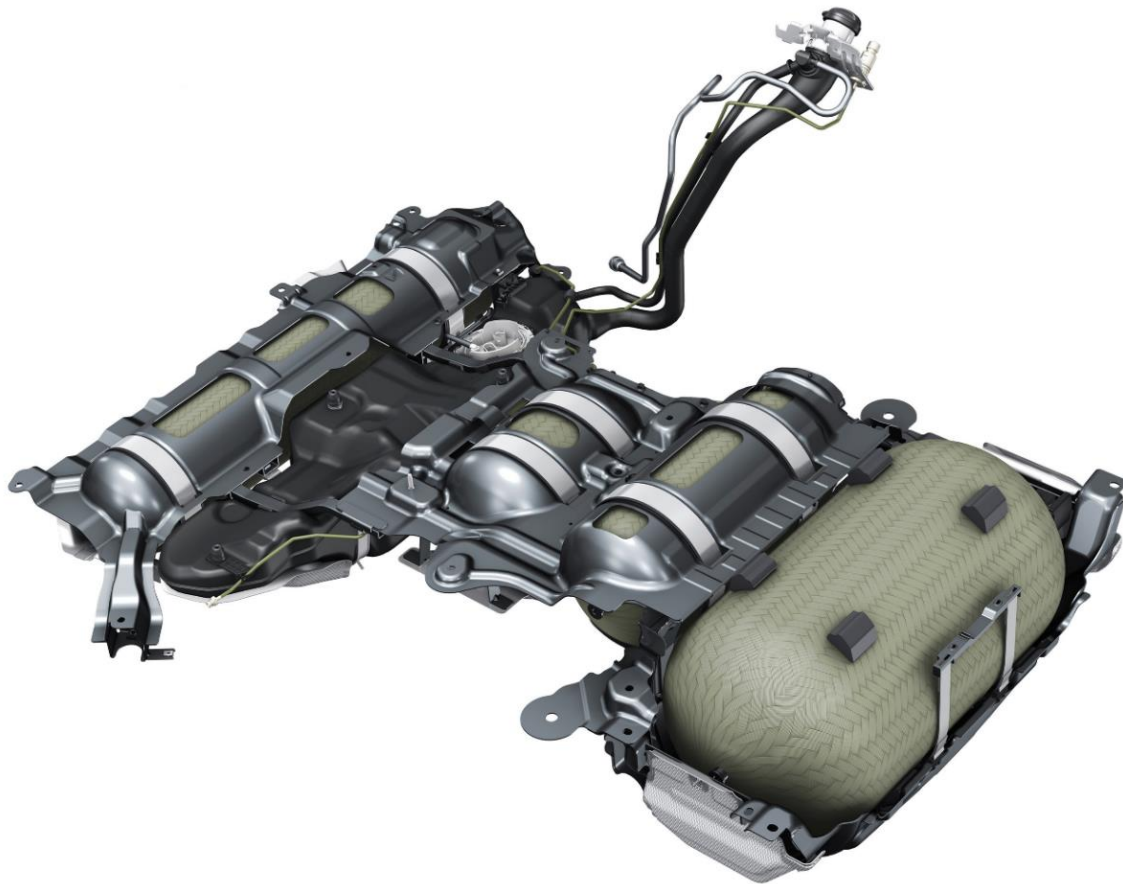


Kuva 1: Audi A4 Avant g-tron -kaasumallin havainnekuva (kuva: Audi AG)

Metaanikaasussa (CH_4) on hiilivety-polttoaineista paras vedyn ja hiilen suhde, joten käytettäessä metaania polttoaineena syntyy suhteellisesti vähemmän CO_2 -päästöjä kuin esim. bensiinistä. Siten jo fossiilisenkin metaanin käyttö on edullista, jos sillä korvataan bensiiniä, koska CO_2 -päästöt vähenevät noin 20 %. Biometaanin käyttö mahdollistaa edelleen erittäin merkittävän CO_2 -päästön vähenemän, koska silloin joko käytetään metaania, joka muuten olisi "karanut" ilmakehään (esim. kaatopaikkakaasut, jäteveden puhdistamojen kaasut), tai kaasua tuotetaan jätteistä tai ns. lyhytkiertoisesta biomassassa, jossa biomassan kasvatus sitoo hiiltä ilmakehästä verrattain nopeasti.

Normaali varastointitapa metaanille henkilöautoissa on kaasun painestaminen 200 bar paineeseen (compressed natural gas, CNG). Raskaissa kaasuautoissa käytetään myös nesteytettyä

kaasua (liquified natural gas, LNG), mutta se sopii ainoastaan sellaisiin käyttöihin, joissa polttoainetta käytetään lähes jatkuvasti. Tyhjiöeristyksestä huolimatta nestetetty kaasu pyrkii höyrystymään, ja jos tätä ns. "boil-off" kaasua ei voi heti käyttää, se on pakko laskea ulos säiliöstä ylipaineventtiilistä. Pitkässä seisokissa LNG-säiliö siis tyhjenee itseksensä.



Kuva 2: Audi A4 Avant g-tron -kaasumallin kaasu- ja bensiinisäiliöt. Komposiittirakenteiset kaasusäiliöt, joita on 4 kpl, erottuvat vihertävinä, ja bensiinisäiliö on musta. (kuva: Audi AG)

Osassa kaasuautoja bensiinisäiliö on saman kokoinen kuin normaalissa bensiinimallissa, mutta osassa autoja - etenkin pienissä - bensiinin säiliö on pieni, vain 10 litran kokoinen. Kaasusäiliöiden kapasiteetti ilmoitetaan tyyppillisesti kiloina, ja kaasun ostamisessakin hinta on kiloa kohti. Asemilla kuitenkin yleensä ilmoitetaan ns. "bensiniekvivalentti litrahinta", eli hinta, jota voi verrata bensiinin litrahintaan. Gasumin asemilla on mahdollisuus valita tankkaako maavai biokaasua, koska Gasum ostaa biokaasua eri tuottajilta omaan jakeluverkkoonsa. Biomeetaanin hinta on hieman korkeampi kuin fossiilisen kaasun, tällä hetkellä 0,963 €/L vs. 0,899 €/L.

Kaasun tankkaus on yhtä helppoa kuin bensiininin – tai jopa helpompaa – koska tankkausyhde kiinnitetään autoon, eikä sitä tarvitse tankkauksen aikana kannatella. Tankkauksen päätyttyä se pitää kuitenkin muistaa myös irroittaa.

Kaasutekniikan jälkiasentaminen on myös mahdollista, ja itse asiassa kaasuautojen alkuaika olikin pitkälti tällaisten jälkkiasennusten varassa, joista mm. Italiassa on tehty miljoonia. Vasta 1990-luvun loppupuolella varsinaiset autonvalmistajat alkoivat tuottaa "tehdasvalmistettuja" kaasuautoja, jolloin sarjavalmistuksen myötä myös hinnat laskivat. Muunnostyö ja tarvittavat osat maksavat mallista riippuen muutamia tuhansia euroja.



Kuva 3: Tyypillinen metaanikaasun tankkausasema (kuva: Gasum)

6.2 Kaasuautot Suomessa

Metaanin käyttö liikennepolttoaineena oli Suomessa pitkään kannattamatonta, koska kaasuautoille oli määrätty 20-kertainen käyttövoimavero, koska ei haluttu luoda erikseen verotettavaa liikennekaasutuotetta, vaikka teknisesti se olisi ollut mahdollista. Vuodesta 2004 tämä korotettu käyttövoimavero kuitenkin poistettiin aluksi raskailta autoilta, jolloin (maa)kaasusta tuli polttoaine kaupunkibusseille pääkaupunkiseudulla sekä samalla muutamalle jakelukokoluokan pakettiautolle. Vähän myöhemmin verotus muuttui myös henkilöautojen osalta, jolloin niitä alettiin verottaa kuten bensiinikäyttöisiä autojakin. Mainitusta syystä kaasuautojen yleistyminen alkoi vasta 2000-luvun puolivälissä. Aluksi tankkasuasemia oli vain putkiverkon varrella Kakkkois- ja Etelä-Suomessa, mutta vähitellen alettiin jaella myös paikallisesti tuotettua bio-kaasua liikennekäyttöön putkiverkon ulottumattomissa. Jakeluverkon rakentamisesta ja laajentamisesta on pitkälti vastannut Gasum, joka tuo ja jakelee maakaasua ja nykyisin myös biometaania.

Verkon laajeneminen viimeisten viiden vuoden aikana yhdessä kaasun hinnan edullisuuden kanssa on kannustanut hankkimaan kaasuautoja. Etenkin vuosi 2017 oli lupaava, koska silloin ensirekisteröitiin lähes yhtä paljon autoja kuin kolmena edellisenä vuotena yhteensä. Myös vuoden 2018 aikana on kaasuautojen rekisteröinti ollut vilkasta.

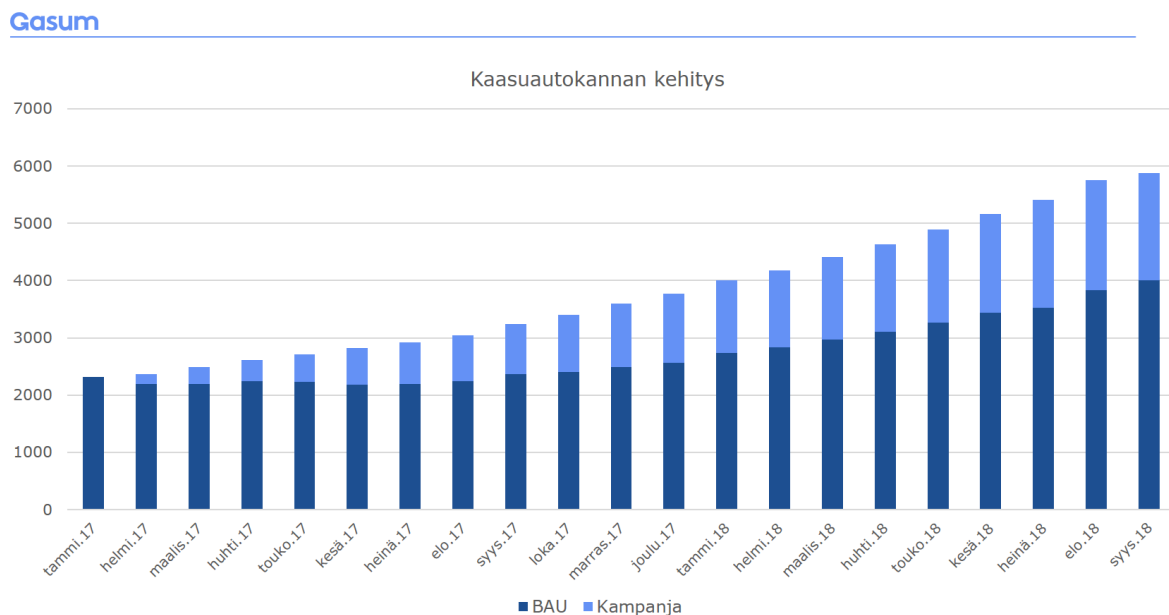
Vuodesta 2006 on Suomessa ensirekisteröity noin 1200 kaasukäyttöistä henkilöautoa, mutta niiden lisäksi on maahan tuotu paljon käytettyjä kaasuautoja Saksasta ja Ruotsista, joissa niiden kanta on runsas. Näiden yksittäistuotujen autojen määrä itse asiassa on ollut suurempi kuin uusien autojen rekisteröinti vuosina 2016 ja 2017. Vuonna 2018 uusien kaasuautojen hyvä menekki on kääntänyt suhteen ensirekisteröintien eduksi, osin luultavasti romutuspalkkiokampanjan 2000 € tuen myötä.

Näiden lisäksi joitain autoja on myös varustettu kaasulaitteilla jälkiasennuksena, ja sitä on myös vuonna 2018 tuettu avustuksella, jonka suuruus oli 1000 €. Tyypillinen jälkiasennus maksaa noin 2500 €.

Trafin tietojen mukaan vuoden 2017 lopussa oli Suomessa rekisteröitynä 3319 henkilöautoa ja 378 pakettiautoa, joiden (toiseksi) polttoaineeksi on merkitty maakaasu. Tämän perusteella on siis käytettynä maahan tuotuja tai konvertoituja autoja yhteensä ainakin noin 1500.

Vuoden 2018 aikana kaasuautojen hankinta on jatkunut vilkkaana, ja syyskuun loppuun mennessä on Trafin mukaan rekisteröity 1118 uutta kaasuhenkilöautoa. Niiden lisäksi samalla ajajaksolla on tuotu 858 käytettyä kaasukäyttöistä henkilöautoa.

Kuva 4 esittää kaasuautojen kannan kehittymistä aikavälillä 1/2017-8/2018, ja siinä on eritelty Gasumin Kiinteähinta-kampanjan piiriin merkityt autot.



Kuva 4. Kaasukäyttöisten henkilöautojen kanta Suomessa 1/2017 ... 8/2018. Lähde: Gasum.

6.3 Suomen markkinoilla olevat kaasuautot

Suomessa on tällä hetkellä saatavissa runsaat kymmenkunta eri kaasukäyttöistä henkilöautomallia ja muutama pakettiauto. Taulukossa 2 on esitetty niistä lyhyt yhteenveto, ja tarkemmat tiedot löytyvät liitteestä 1.

Kuten taulukosta nähdään, markkinaa hallitsevat VAG-konsernin merkit (Audi, Seat, Skoda, VW). Vain Opel on muun konsernin (PSA) tuote. VW:llä oli aiemmin tuotannossa 1.4 TGI-moottorilla myös Passat-malli, mutta Passatin nykyisestä uusimman sukupolven (B8) mallista ei ole kaasoversiota. Suomeen tuotavien mallien lisäksi VW:llä on kaasoversio myös Polo-mallista. Aikaisemmin Suomessa oli myös saatavilla Volvon kaasumalleja (V70, S80, S60), mutta malliuudistusten myötä Volvo luopui väliaikaisesti kaasumallien valmistamisesta Uusista V90 ja V60 -farmariautoista on kuitenkin tullut markkinoille kaasumalli⁶.

⁶ <https://www.westport.com/products/automotive/westport-sweden/volvo-v60+v90-bi-fuel-en/>

Taulukko 2. Suomessa myynnissä olevat kaasukäyttöiset henkilö- ja pakettiautot.

Merkki	Mallinimi	Kori- malli	Koko- luokka ⁷	Teho (kW)	Säiliö- tilavuudet (kaasu/bens)	Ajo- matkat (km)	Hinta (verollinen)
Audi	A3 gtron*	HB	C	81	14.4 kg/50 L	420/960	29 370 €
Audi	A4 gtron*	STW	D	125	19 kg/25 L	500/450	43 518 €
Audi	A5 gtron*	C	D	125	19 kg/25 L	500/450	48 932 €
Opel	Astra	HB	C	82	19 kg/13.7 L	445/265	23 890 €
Opel	Astra	STW	C	82	19 kg/13.7 L	445/265	25 381 €
Opel	Zafira 1.6 CNG	MPV	M	110	25 kg/15 L	510/150	33 888 €
Opel	Combo 1.4 CNG	van	M	88	22 kg/22 L	450/290	27 678 €
SEAT	Mii Ecofuel	HB	A	50	11 kg/10 L	360/200	16 286 €
SEAT	Ibiza TGI*	HB	B	66	11 kg/40 L	390/900	18 364 €
SEAT	Leon TGI*	HB	C	81	15 kg/50 L	420/940	22 060 €
SEAT	Leon ST TGI*	STW	C	81	15 kg/50 L	420/940	23 202 €
Skoda	Citigo G-Tec	HB	A	50	11 kg/10 L	380/220	16 403 €
Skoda	Octavia G-Tec	S	C	81	15 kg/50 L	410/920	24 131 €
Skoda	Octavia G-Tec	STW	C	81	15 kg/50 L	410/920	24 973 €
VW	eco-up!	HB	A	50	11 kg/10 L	380/220	14 590 €
VW	Golf 1.4 TGI	HB	C	81	15 kg/50 L	380/890	24 207 €
VW	Golf 1.4 TGI	STW	C	81	15 kg/50 L	380/890	25 740 €
VW	Caddy Kombi	MPV	M	81	26 kg/13 L	635/150	28 787 €
VW	Caddy Kombi Maxi	MPV	M	81	37 kg/13 L	860/150	30 987 €
VW	Caddy Van	van	M	81	26 kg/13 L	*	28 368 €
VW	Caddy Maxi Van	van	M	81	37 kg/13 L	*	30 474 €

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, MPV=tila-auto, van=pakettiauto

*malli esiintyy tammikuun hinnastossa, mutta ei heinäkuun

Saksalaismerkeistä myös Mercedes-Benz on tehnyt kaasuersioita B-, C- ja E-malleista, joita on myös aikoinaan tuotu muutamia Suomeen, mutta eivät nyt kuulu tuotanto-ohjelmaan. Myös

⁷ Eurooppalainen autojen kokoluokitus, https://fi.wikipedia.org/wiki/Luokka:Autojen_eurooppalaisen_kokoluokitus

Ford on valmistanut kaasumalleja Focus, C-max ja S-max -malleista, joita on tuotu Suomeen käytettynä.

Euroopan markkinoilla olevista kaasuautoista löytyy kattava katsaus NGVA Europen raportista⁸. Sen perusteella laaditun taulukkojen 3 ja 4 mukaan laajin mallivalikoima kaasuautoja on Fiatilla, mutta yhtäkään niistä ei tällä hetkellä tuoda Suomeen, koska Fiatin maahantuonti on ylipäättään hyvin vähäistä. Ko. katsauksen mukaan Fiat valmistaa maakaasuversioita henkilöautomalleistaan Panda (A), Punto (A), 500L (B) ja Qubo (MPV), sekä pienistä pakettiautoista Doblo ja Fiorino. Suurempia tavara-autoja on kaasukäyttöisenä saatavissa Fiatilta (Ducato), Mercedes-Benziltä (Sprinter) ja Ivecolta (Daily). Iveco ja MB-mallistossa on myös kaasukäyttöiset lava-autot.

Taulukko 3. Muualla Euroopassa myynnissä olevia kaasukäyttöisiä henkilöautoja.

Merkki	Mallinimi	Korimalli	Moottori (kW)	Säiliötilavuudet	Kokoluokka ⁷	Ajomatkat kaasu/bens.
Fiat	Panda NP	HB	59	12 kg/35 L	A	350/760 km
Fiat	Punto NP	HB	51	13k g/45 L	B	310/715 km
Fiat	500 L NP	MPV	59	14 kg/50 L	M	340/843 km
Fiat	500 L Living NP	MPV	59	14 kg/50 L	M	340/843 km
Fiat	Doblo NP	MPV	88	16 kg/22 L	M	330/300 km
Lancia	Ypsilon NP	HB	59	12 kg/35 L	B	350/760 km
MB	B200 c	STW	115	20 kg/12 L	C	465/200 km
MB	Sprinter Group Van	MPV	115	19-32kg/15 L	M	250-430/120 km
Volvo	V60 BiFuel	STW	180	16 kg/67.5 L	D	400/1000 km
Volvo	V90 BiFuel	STW	254	18 kg/55 L	D	400/800 km

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, MPV=tila-auto, van=pakettiauto

Taulukko 4. Muualla Euroopassa myynnissä olevia kaasukäyttöisiä pakettiautoja.

Merkki	Mallinimi	Korimalli	Moottori (kW)	Säiliötilavuudet	Kokoluokka	Ajomatkat kaasu/bens.
Fiat	Panda	van	59	12 kg/35 L	minicity	400/778 km
Fiat	Fiorino	van	51	13 kg/45 L	city	300/660 km
Fiat	Doblo	van	88	16 kg/22 L	city	330/300 km
VW	eco load up!	van	50	11 kg/10 L	minicity	380/220 km
Fiat	Ducato	van	100	36 kg/(?) L	kevyt	410/100 km
Iveco	Daily	van	100	39 kg/14 L	kevyt	440/100 km
Iveco	Daily Cabinato	MDT	100	39 kg/14 L	lava	440/100 km
MB	Sprinter	MDT	115	19-32kg/15 L	raskas, lava	250-430/100 km

Korimallit: van=pakettiauto, MDT=kevyt kuorma-auto

Kokoluokat: minicity=n. 1 m³, city=2-4 m³, kevyt=5-10 m³, raskas=yli 10 m³, lava=avolava

⁸ NGVA Europe, Vehicle Catalogue, June 2017. <https://www.ngva.eu/wp-content/uploads/2018/01/2017-06-NGVCatalogue2017-vF2-LR.pdf>

Hintapreemio eli hinnan ero kaasumallin ja normaalin bensiinikäyttöisen auton välillä vaihtelee merkeittäin melko paljon. Hintaero on myös erilainen eri korimallinen ja varusteluversioiden välillä. Taulukossa 5 on eräitä esimerkkejä.

Taulukko 5. Hintapreemio kaasumallin ja normaalin bensiinikäyttöisen mallin välillä.

Merkki, malli	Hintapreemio	Merkki, malli	Hintapreemio
Audi A3	-1450 €	Seat Ibiza, Leon	~ 1000 €
Audi A4	875... 3080 €	Skoda Citigo	2500 ... 3300 €
Audi A5	1384 ... 5747 €	Skoda Octavia	0 €
Opel Astra	1850 ... 2245 € (STW)	Volkswagen up!	2463 \$
Seat Mii	~ 3000 €	Volkswagen Golf	3482 ... 6093 €

Kuten taulukosta nähdään, hinnoittelussa on selkeitä eroja. Skoda Octavian kohdalla hinta on aivan sama, mitä voidaan pitää selkeänä haluna myydä kaasumallia, mutta suurimmillaan voi ero olla jopa yli 6000 €. Keskimääräinen hintaero on noin 2500 ... 3000 €.

6.4 Kaasuautojen ennakoitavissa oleva markkinakehitys

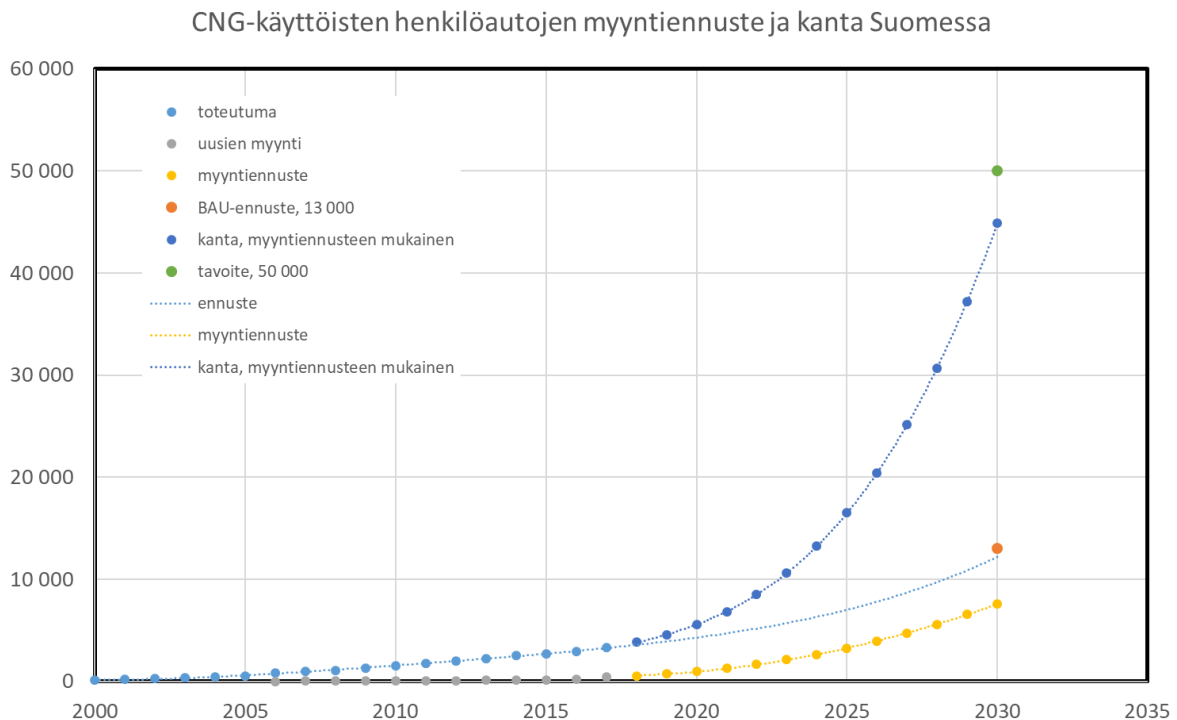
Kaasuautoja on ollut tehdasvalmisteisena markkinoilla jo 1990-luvun lopulta, joten markkina on hyvin vakiintunut. Saatavissa oleva mallitarjonta on vuosien varrella vaihdellut, koska mallien uudistuessa kaasuvaihtoehto yleensä putoaa pois, ja palaa malliohjelmiaan ehkä parin vuoden kuluessa. Vahvin kaasuautokanta on Euroopan maista Italiassa ja Saksassa, ja tämä myös heijastuu valmistajien halukkuuteen tehdä kaasuersioita. Runsaimmin niitä esiintyy juuri näiden maiden valmistajien mallistossa.

Nykyisessä markkinatilanteessa on nähtävissä, että kaasuautoja valmistavien merkkien mallistoissa kaasumallit perustuvat yhteen tai kahteen "kaasumoottoriin", jota sitten käytetään sopivissa malleissa koko konsernin mallistossa. Tästä esimerkkinä VAG, jolla on 1.0 TGI ja 1.4 TGI -kaasumoottorit, joita käytetään niin Audin, Seatin, Skodan kuin Volkswageninkin kaasumalleissa.

Kaasuversio on siis saatavissa A, B, C ja D luokissa ja monikäyttöautoissa (autoluokka M). Suurimpana puutteena ehkä kaasuvaihtoehdon puuttuminen nykyisin kovin suosittujen SUV-autojen joukosta sekä suurimpien, "taksikokoluokan" henkilöautojen (E) malleista, kun Mercedes ei enää valmista E-mallista kaasuversiota. Seatilta on kuitenkin tulossa kaasuversio Arona-mallista⁹, joka luokitellaan SUV- tai Cross-Over -malliksi. Kaasuautoja ei kuitenkaan ole saatavissa nelivetoisina, koska kuten kuva 2 esittää, kaasu- ja bensiinisäiliöt vievät auton taka-akselin vaatimia voimansiirron komponentteja.

Yleisenä piirteenä voitaneen siis sanoa, että kaasuautojen mallitarjonta on kohtuullisen kattavaa ja vakaata, mutta ei välttämättä lisäänty kovin voimakkaasti. Kuvassa 5 on esitetty kaasuautomarkkinan oletettu kehitys, mikäli kasvu jatkuu samanlaisena kuin tällä hetkellä.

⁹ www.erdgas.info/erdgas-mobil/erdgasfahrzeuge/seat/, luettu 4.7.2018.



Kuva 5. CNG-käyttöisten henkilöautojen myyntiennuste ja kanta Suomessa

6.5 Kaasu raskaassa kalustossa

Myös raskaita hyötyajoneuvoja on saatavana metaanikäyttöisinä. Yleisimmin maa- tai bio-kaasu on käytössä kaupunkibusseissa, mutta myös kevyitä tai keskiraskaita jakelu- ja jäteautoja on saatavilla kaasukäyttöisinä.

Suomessa mm. Lassila&Tikanoja kokeili maakaasukäyttöisiä jätepakkaaja-autoja kymmenkunta vuotta sitten, mutta kokeilu ei johtanut laajempaan käyttöönottoon. Myös Posti on kokeillut maakaasua polttoaineena jo 2000-luvulla, ja nykyään sillä on käytössä 40 kpl kaasukäyttöisiä jakeluautoja¹⁰. Myös A2B-ekokuljetusyrityksellä on ollut kaasukäyttöisiä autoja käytössään jo vuodesta 2011. Nyt koko sen kalusto on kaasu- tai sähkökäyttöistä. Kaasuautojen kokonaismäärä on 26 autoa¹¹.

Uusimman satsauksen kaasuautoihin on tehnyt Niemi Palvelu Oy, jonka pääasossa muuttokuljetuksiin käyttävässä autokalustossa on kolmen kokoisia kaasukäyttöisiä autoja: VW Caddy -miehistöautpja, raskaita Mercedes-Benz Sprinter –pakettiautoja ja kaksi kaasukäyttöistä Volvo FE-jakeluautoa¹².

Pääkaupunkiseudulla maakaasua käyttäviä busseja oli enimmillään toista sataa, mutta tällä hetkellä niitä ei ole enää kuin parikymmentä. Uusia autoja ei vanhojen tilalle ole hankittu, koska HSL:n sopimusliikenteessä kaasun käyttö ei välttämättä enää tuo samanlaisia etuja kuin aikemmin, koska dieselbussien päästötasot ovat laskeneet voimakkaasti. Kokemuksen mukaan kaasubussien operointi on myös ollut vähän kalliimpaa kuin dieselkalsuton.

¹⁰ Postin paketit toimitetaan perille kaasuautoilla. <https://www.gasum.com/ajassa/puhdas-liikenne/2018/postin-paketit-toimitetaan-perille-kaasuautoilla/>, luettu 2.10.2018.

¹¹ Kuljetusyhtiö A2B näyttää tietä biokaasuautoillaan. <https://m.kauppalehti.fi/uutiset/kuljetusyhtio-a2b-nayttaa-tietabiokaasuautoillaan/7zJSJSbk>, luettu 2.10.2018.

¹² Volvo, Niemi Palvelut ja Gasum yhteisellä tiellä tulevaisuuteen. <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?86239>, luettu 2.10.2018.

Vaasan kaupungissa on kuitenkin aloitettu liikenne kaasubusseilla viime vuoden puolella. Autot, joita on 12 kpl, ovat Scania-merkkisiä, ja uusimman Euro VI -päästötason mukaisia. Polttoaineena on paikallisen tuotannon biokaasu. Myös Helsingin Bussiliikenne (HelB) on tilannut kaksi uutta Scania-kaasubussia¹³.

Ennen Euro VI-pakokaasuluokitusta kaasulla saavutettiin myös selkeitä etuja lähipäästöjen suhteen, mutta nykytilanteessa kaikki uudet EURO VI -autot ovat polttoaineesta riippumatta päästöiltään likimain samanlaisia, sillä erittäin tehokas pakokaasun puhdistustekniikka on Euro VI -dieseleissä kuronut kaasubussin etumatkan lähes olemattomiin. Toki kaasumoottorin etuna on edelleen paljon dieseliä yksikertaisempi ja siten halvempi pakokaasun puhdistusjärjestelmä.

Kaupunkibusseissa paineistettu kaasu (CNG/CBG) tarjoaa riittävän päivittäisen ajomatkan. Myös kaupunkiliikenteen jakeluautot ja jäteautot toimivat useimmiten paineistetulla kaasulla, ja niissä on kipinäsytytteinen ottomoottori. Raskaissa kaasuautoissa, etenkin pitkän matkan liikenteessä, käytetään nykyään lähinnä nesteytettyä kaasua (liquified natural gas, LNG). LNG lisää huomattavasti varastoidun kaasun energiatiheyttä, ja siten pidentää toimintamatkaa, mutta se sopii ainoastaan sellaisiin käyttöihin, joissa polttoainetta käytetään lähes jatkuvasti.

Merkittävä kehitysaskel raskaissa kaasuautoissa otettiin vuoden 2017 lopulla, kun Volvo esitteli Euro VI-määräykset täyttävän kaasu-dieselmoottorin, jossa kaasu ruiskutetaan suoraan sylinteriin samasta suuttimesta kuin dieselpolttoaine, joka toimii sytytyspolttoaineena. Kaasulla voidaan ajaa jopa 90-95% matkasta, ja koska moottori toimii dieselprosessilla, sen terminen hyötysuhde on yhtä hyvä kuin perinteisellä dieselillä. Tätä uutta moottoria, jonka tyyppi on G13C, valmistetaan joko 420 tai 460 hevosvoiman tehoisena, ja se on tarjolla FH- ja FM-sarjan autoihin^{14, 15}.



Kuva 6. Volvo FH LNG -kuorma-auto ja LNG-säiliö, jolla toimintamatka on noin 1000 km.

¹³ <https://www.gasum.com/gasum-yrityksena/medialle/uutiset/2018/paakaupunkiseudun-joukkoliikenteelle-lisaa-kaasubusseja/>

¹⁴ <https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/volvo-fh-series/volvo-fh-lng.html>

¹⁵ <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/volvo-fh/volvo-fh-lng.html>

Myös Scania on tuonut markkinoille kaasumoottoriversion 13-litraisesta moottorista, jonka tehoksi ilmoitetaan 410 hevosvoimaa. Se kuitenkin perustuu edelleen stoikiometriseen kipinäsytytys- eli ottomoottoriteknologiaan¹⁶, ja häviää siten hyötysuhteessa Volvon moottorille. Toisaalta moottorin käyntiäänäni on dieseliä hiljaisempi, ja matalamman palamispainetason ansiosta moottorin mekaaninen rasitusaste jää myös alhaisemmaksi¹⁷.

¹⁶ <https://www.scania.com/global/en/home/experience-scania/news-and-events/events/2017/latest-gas-engine-designed-for-long-distance-transport.html>

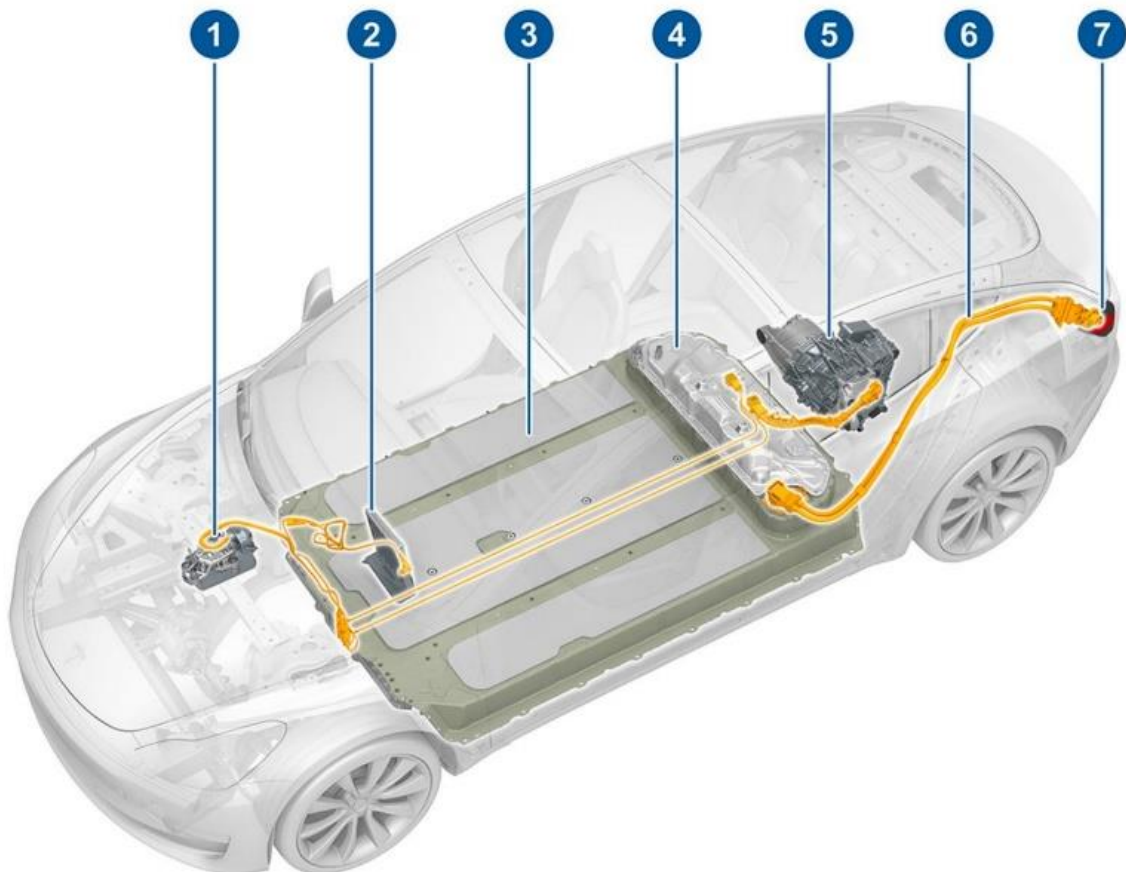
¹⁷ <https://www.scania.com/group/en/long-awaited-gas-giant/>

7. Sähköautot

7.1 Sähköautojen tekniikkaa

Tässä työssä on käytetty yhteisesti nimitystä ”sähköauto” sekä täyssähköautoista (BEV = Battery Electric Vehicle) että ladattavista hybrideistä (PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle). Täyssähköautojen voimalinja on nimensä mukaisesti täysin sähköinen, koostuen yhdestä tai useammasta sähkömoottorista, moottorin ohjauksesta ja energiavarastosta, joka on yleensä akku. Täyssähköautoissa ei yleensä ole erillistä vaihteistoa, vaan sähkömoottori(t) on kytketty suoraan tasauspyörästöön tai ajoneuvon pyöriin alennusvaihteen välityksellä. Ladattavissa hybrideissä on mukana myös polttomoottori, joko rinnan sähkömoottorin kanssa (rinnakkais-hybridi) tai irrallaan voimansiirrosta, jolloin polttomoottoria käytetään vain energiavaraston lataamiseen (sarjahybridi).

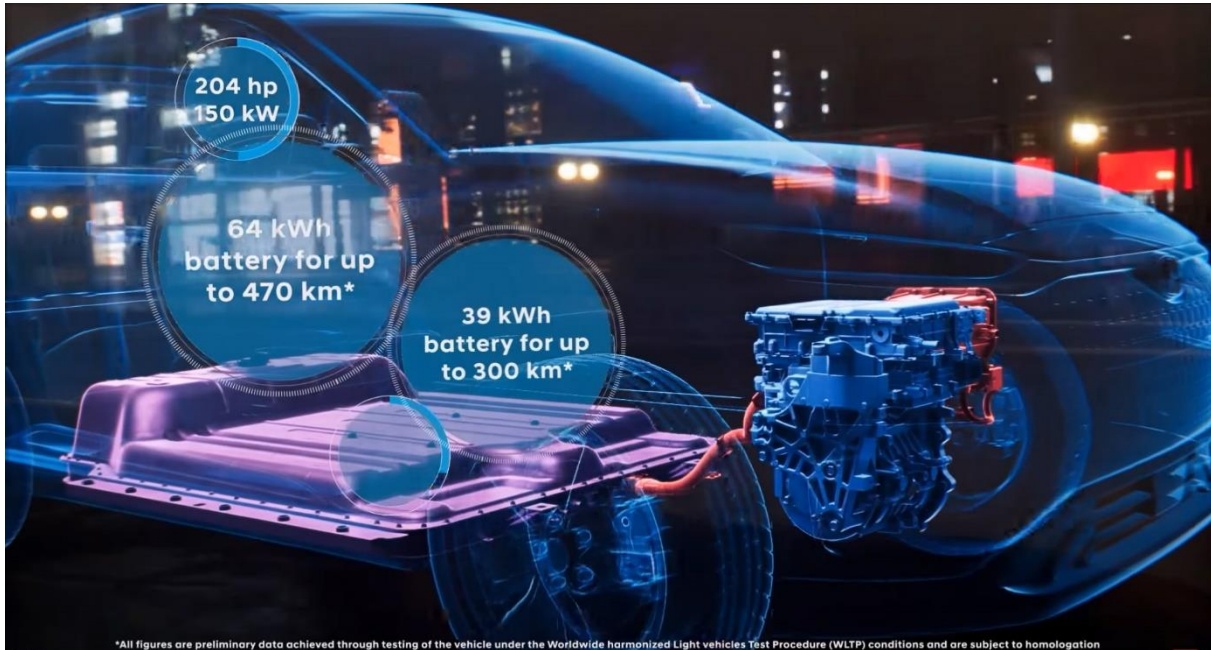
HIGH VOLTAGE COMPONENTS



1. A/C Compressor
2. Cabin Heater
3. High Voltage Battery
4. High Voltage Battery Service Panel
5. Rear Drive Unit
6. High Voltage Cabling
7. Charge Port

Kuva 7: Tesla Model 3:n tekniikkaa (Kuva: Tesla).

Sähköautoissa auton liikuttamiseen tarvittava sähköenergia talletetaan ajoakkuun, joissa tällä hetkellä dominoivat erilaiset litiumioni-pohjaiset akkukemiat, kuten grafiitti-NCM (anodina grafiitti ja katodina nikkeli-koboltti-mangaani). Täyssähköautoissa, missä kaikki auton liikuttamiseen tarvittava energia talletetaan akkuun, akkukoon täytyy olla tarpeeksi suuri, jotta auton toimintamatka on riittävä.



Kuva 8: Hyundai Konan sähköinen voimalinja (kuva: Hyundai)

Akustojen koot tällä hetkellä Suomessa myynnissä olevissa täyssähköautoissa vaihtelevat välillä 6,1 - 100 kWh. Pienimmät akkukoot löytyvät kevyeksi nelipyöräksi tai mopopautoksi rekisteröitävässä Renault Twizystä (6,1 kWh) ja pikkuautojen kokoluokkaan kategorioitavista smart:n malleista (17,6 kWh) sekä VW: e-Up:sta (18,7 kWh). Keskikokoisissa henkilöautoissa (kokoluokka C - D) akustojen koot vaihtelevat 28 - 41 kWh välillä, jonka avulla on mahdollista saavuttaa noin 200 - 300 km todellinen toimintamatka. Suurimmat akkukoot löytyvät tällä hetkellä Teslan Model S:stä ja X:stä, missä optiona on 100 kWh akusto, joka mahdollistaa jopa 600 km toimintamatkan. Lähiaikoina tulossa olevissa uusissa automalleissa akustojen koko on asettumassa noin 60 - 90 kWh haarukkaan. Esimerkkeinä mainittakoon vuoden 2018 aikana myyntiin tulossa olevat Nissan Leaf (60 kWh), Audi E-tron Quattro (95 kWh), Jaguar I-Pace (90 kWh), Hyundai Kona / Kia Niro (39 / 64 kWh).

Kuvassa 9 on esitetty esimerkkinä Volvo XC60 ladattava hybridin tekniikkaa: polttomoottori on edessä, ja käyttää etuvetoa, sähkömoottori on takana, ja käyttää takavetoa. Akusto on keskitunnelissa. Auto voi siis olla joko etuvetoinen (vain polttomoottori toiminnassa), takavetoinen (vain sähkömoottori toiminnassa), tai nelivetoinen, jolloin molemmat voimantilat ovat käytössä. Samanlainen ratkaisu on käytössä myös Volvon isommissa ladattavissa hybrideissä. Yleisin lataushybrideissä nyt käytössä oleva teknologia on kuitenkin sähkömoottorin liittäminen vaihteiston yhteyteen, jolloin se käyttää samaa voimansiirtolinjaa kuin polttomoottorikin.



Kuva 9: Volvo XC60 ladattavan hybridin tekniikkaa (Kuva: Volvocars).

7.2 Sähköautojen lataaminen

Täyssähköautoja voidaan ladata yleisesti kolmella eri tavalla:

- Hidaslataus (lataustapa 2) auton mukana tulevalla, kotitalouspistokyttimeen sopivalla latauskaapelilla. Uusissa automalleissa latausvirta on yleensä rajoitettu standardin SFS-EN 62752 mukaisesti maksimissaan 8 ampeeriin, jolloin latausteho on 1,8 kW.
- Normaalilataus (lataustapa 3) standardin SFS-EN 62196-1 mukaisella tyypin 1 tai 2 pistokkeella varustetulla kaapelilla, käyttäen erityistä sähköautojen lataukseen tarkoitettua latauslaitetta. Lataustehoa rajoittaa tällöin sekä auton sisäänrakennetun laturin teho, että kiinteistön sähköjärjestelmä, johon latauslaite on kytketty. Autojen sisäänrakennetut laturit voivat olla joko yhtä, kahta tai kolmea vaihetta hyödyntäviä, ja yleensä joko 16 tai 32 A maksimilatausvirralla varustettuja. Täyssähköautoissa latausteho vaihtelee tällöin, riippuen auton laturista, 3,3 - 22 kW välillä. 22 kW lataustehoa pystyy tällä hetkellä hyödyntämään vain kaksi automallia; Renault Zoe ja Tesla Model S (vanhemmat autot, joissa on ns. tuplalaturioptio)
- Pikalataus (lataustapa 4), käyttäen CCS (Combined Charging System), CHAdeMO (CHARge de MOve) tai Tesla Supercharger -liitäntää. Tällä hetkellä myynnissä olevissa autoissa pikalatauksen latausteho on välillä 50 - 70 kW, joten ne eivät pysty hyödyntämään vielä tulossa olevia suurteholatausasemia. Nykyisillä akkukapasiteeteilla ja lataustehoilla pikalataaminen kestää noin 30 - 40 minuuttia, mutta akkukokojen kasvaessa, ja haluttujen latausaikojen lyhentyessä uudet automallit tulevat tukemaan korkeampia lataustehoja. Porsche Taycan (ent. Mission E) tulee olemaan ensimmäinen automalli, joka kykenee hyödyntämään lähiaikoina Suomeenkin tulossa olevia¹⁸ 350 kW latausasemia.

¹⁸ <https://kesko.fi/media/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/2018/k-ryhma-ja-ionity-tuovat-suomeen-huippu-nopeat-sahkoautojen-latausasemat/>

Ladattavissa hybrideissä on pienempi akusto, tyypillisesti noin 8 - 16 kWh välillä, ja sen lisäksi yleensä bensiinikäyttöinen polttomoottori, joka voi olla joko erillään auton voimalinjasta pelkäämään ladaten ajoakkuja (sarjahybridit, esimerkiksi BMW i3 REx) tai yleisemmin sähkömoottorin rinnalla osana auton muuta voimalinjaa, käynnistyen tarpeen mukaan pidempää matkaa ajassa, kovissa kiihdytyksissä, auton sisätilojen lämmitystä varten tai ajoakun varauksen laskeamisessa alas (rinnakkaishybridit). Joissakin automalleissa polttomoottori voi myös kytkeytyä mekaanisesti voimansiirtolinjaan ajettaessa autolla tasaista nopeutta.

Koska ladattavien hybridien akkukoot ovat pieniä, on autoissa myös yleensä pienitehoinen sisäänrakennettu laturi, koska pienitehoinenkin laturi ehtii lataamaan pienikokoisen akun muutamassa tunnissa. Tyypillinen ladattavan hybridin sisäänrakennettu akkulaturi on tämän hetkissä automalleissa teholtaan 3,3 kW. Ladattavissa hybrideissä ei yleensä ole mahdollisuutta pikalataukseen, poikkeuksena Mitsubishiin Outlander PHEV, josta löytyy CHAdeMO-liitäntä.

7.3 Akun elinikä ja vaihtamisen kustannukset

Yhtenä sähköautoihin liittyvänä pelkona on esiintynyt huoli akuston kestoikästä ja sen vaihtamiseen liittyvistä kustannuksista. Kulutuselektroniikasta ja esimerkiksi sähköpyörästä saadut kokemukset akkujen lyhyestä eliniästä saavat kuluttajat epäilemään, onko sähköautonkin akun elinikä yhtä lyhyt. Sähköautojen akustot poikkeavat kuitenkin monilta osin kuluttajaelektronikan akuista.

Tyypillinen sähköauton akun sykli-ikä (montako täyttä lataus-purkusykliä akku kestää ennen kuin akun kapasiteetti putoaa alle 80% alkuperäisestä) on noin 2000 sykliä. Jos auton toimintamatka täydellä latauksella on esimerkiksi 250 kilometriä, tarkoittaa tämä, että akusto kestäisi noin 500 000 kilometrin ajomatkan ennen kuin sen kapasiteetti putoaisi alle 80 prosenttiin alkuperäisestä. Asia ei ole aivan näin yksiselitteinen, koska akuston ikääntymiseen vaikuttavat useat tekijät.

Litiumioniakustoissa akkujen elinikää lyhentävät pääasiassa akun lataus-purkusykliden syvyys ja akkukennojen lämpötila. Suurin osa latausten välisistä ajomatkoista jää selvästi suurimman mahdollisen ajomatkan alle. Tällöin myös akuston purku-lataussykli on huomattavasti pienempi kuin täydellä ajomatalla. Tämä pidentää akuston käyttöikää ja myös akuston käyttöiän aikana läpi kiertävää kokonaisenergiaa. Akulle on haitallista etenkin liian kylmässä tai kuumassa lataaminen, sekä akun purkaminen liian tyhjäksi tai säilyttäminen pitkän aikaa täyteen ladattuna. Kuluttajaelektroniikassa akuista pyritään saamaan ulos maksimikapasiteetti, joten akkuihin ei jätetä yhtä suurta suojamarginaalia kennojännitteen ylä- tai alapäähän samalla tavalla kuin sähköautojen akustoissa. Sähköautoissa estetään akuston hallintajärjestelmällä akun kennojännitteiden nouseminen liian korkeaksi tai putoaminen liian matalaksi.

Useimmissa sähköautoissa on myös akustossa lämmönhallintajärjestelmä, joka pyrkii pitämään akuston optimaalisessa lämpötilassa akun kuormituksesta tai ulkolämpötilasta riippumatta. Toteutukset sen suhteen vaihtelevat - joissakin autoissa käytetään ilmajäähdytystä, joissakin taas nestejäähdytystä.

Nissan Leafista on puuttunut akuston aktiivinen lämmönhallinta auton julkaisusta lähtien, ja oletettavasti se on tulossa vasta seuraavaan 60 kWh akustolla varustettuun malliin. Ensimmäisten vuosimallien Nissan Leafit ovat hyvä esimerkki lämpötilan heikentävästä vaikutuksesta akun keston. Esimerkiksi USA:n Arizonan osavaltiossa käytössä olleissa ensimmäisen sukupolven Leafeissa akuston elinikä jäi selvästi lyhyemmäksi kuin muualla, johtuen kuumasta ilmastosta. Näiden kokemusten pohjalta Nissan teki alkuvaiheen jälkeen akustoon muutoksia, joilla akkukemiasta saatiin paremmin korkeita lämpötiloja sietävä. Euroopassa akustoja on

Nissanin oman ilmoituksen mukaan lämmönhallinnan puutteesta huolimatta jouduttu vaihtamaan hyvin vähän. Takuun piirissä akustoja on vaihdettu Nissanin mukaan vain 0,01 prosenttiin myydyistä autoista¹⁹.

Suomea ajatellen tilanne on akuston kestoian kannalta keskimääräistä parempi viileän ilmaston vuoksi, niin kauan kuin pystytään välttämään akuston lataaminen kylmänä liian korkealla virralla. Suomessa akustoja on korjattu muutamiin ensimmäisen vuosimallin autoihin vaihtamalla rikkoutuneita akkumoduuleita. Tämä on myös hyvä pitää mielessä, eli akustoa ei tarvitse välttämättä vaihtaa kokonaan, mikäli yksittäinen akkukenno sattuu rikkoutumaan.

Nissanin tapauksessa valmistaja on halunnut hälventää akuston vaihdon pelkoa myös hinnoitteleamalla akuston vaihtokustannuksen selkeästi. Ensimmäisen sukupolven Leafiin akun vaihto maksaa Suomessa 6200 euroa 24 kWh akustolla ja 7750 euroa 30 kWh akustolla. Nissanin uuden auton akkutakuu on 8 vuotta tai 160 000 km, jota Nissan on myös nostanut tasaisesti Leafin malli-ien mukana.

Nissan alkoi hiljattain tarjota Japanissa myös tehdaskunnostettuja vaihtoakkuja 24 kWh Leafiin hintaan 2850 USD (noin 2580 €) uuden yhteisyrityksensä 4R Energy Corp:n kautta²⁰. Kyseinen, Sumitomo:n kanssa perustettu yhteisyritys valmistaa tehdaskunnostettujen akustojen lisäksi akustoja myös sähköverkko- ja kotikäyttöön kierrätetyistä sähköautojen akuista. Auton omistaja toimittaa vanhan akun Nissanille vaihdon yhteydessä, ja saa siten tehdaskunnostetun akun alle puoleen hintaan uuden akun hinnasta. Mielenkiintoista on nähdä, muodostuuko jossain vaiheessa akustojen osalta myös kolmansien osapuolien vetämää korjaus- ja tehdaskunnostusliiketoimintaa.



Kuva 10: Nissan Leafin akusto avattuna (kuva: insideevs.com)

¹⁹ <https://www.is.fi/autot/art-2000005442836.html>

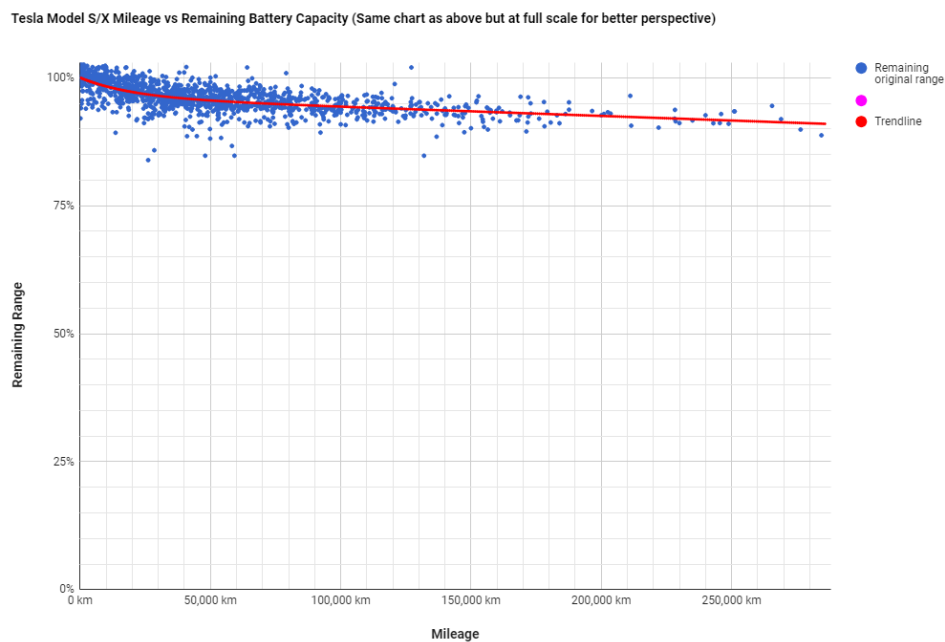
²⁰ <https://insideevs.com/nissan-introduces-refabricated-batteries-for-older-leaf-in-japan-from-new-4r-plant/>

Nissanin tapauksessa akkujen eliniästä löytyy Uudessa-Seelannissa tehty tutkimus²¹, missä vertailtiin akkujen kestoikää 24 kWh ja 30 kWh mallien välillä. Tutkimus perustui auton omaan ilmoitukseen akun jäljellä olevast kapasiteetista. Tutkimuksen mukaan uudempi 30 kWh Leafin akku heikkenisi huomattavan nopeasti verrattuna 24 kWh akustoon. Tutkimuksen jälkeen Nissanin omissa tutkimuksissa paljastui, että 30 kWh Leafin akuston hallinnassa oli laskentavirhe, joka raportoi akun kunnon liian heikkona sen todelliseen tilaan nähden. Nissan on korjaamassa tilannetta myytyihin autoihin tehtävällä ohjelmistopäivityksellä.

Hyundai-konsernin sähköautojen akustojen tilanteesta ei ole vastaavaa dataa, mutta suunta- viivaa valmistajan luottamuksesta akustojen keston antaa Hyundain ja Kian sähköautojen akuille antama 8 vuoden tai 200 000 km takuu Suomessa. Yllättäen esimerkiksi Uudessa-Seelannissa vastaava akkutakuu Hyundai Kona electric:lle on 10 vuotta ilman kilometrirajoitusta.

Kahdeksan vuoden tai 160 000 kilometrin takuun akustolle tarjoavat Nissan Leafin lisäksi VW e-Golf ja Renault Zoe. BMW i3:n akkutakuu on 8 vuotta tai 100 000 km.

Teslan akustoista on olemassa julkista dataa Hollannin ja Belgian Tesla-kerhon kokoamana, missä on seurattu auton ilmoittaman akun kuntoa ajokilometrimäärän funktiona²². Datan perusteella Teslan akustot tulisivat kestämaan keskimäärin yli 800 000 km ajomäärän ennen kuin niiden kapasiteetti putoaisi alle 80%. Teslan takuu on 8 vuotta koko auton voimansiirtojärjestelmälle, sisältäen akun. Teslan takuussa ei ole kilometrirajoitusta.



Kuva 11: Teslan Model S/X akuston heikkeneminen ajokilometrien mukaan (kuva: Tesla Motors Club Hollanti/Belgia)

Vertailtaessa pienimmällä akustolla varustettua Nissan Leafia ja Teslan Model S:ää, voidaan huomata, että akuston kestoikä paranee akuston kapasiteetin kasvaessa. Tähän vaikuttaa osaltaan Teslan käyttämä erilainen akkukemia, mutta periaate pätee silti, johtuen siitä, että suurempaa akkua ei tarvitse ajaa täysillä lataus-purkusykleillä niin usein kuin pienempää akkua. Markkinoille lähiaikoina tulossa olevien sähköautomallien akustojen koko on asettumassa noin 60 - 90 kWh tasoon, minkä voidaan olettaa johtavan kohtalaisen pitkään akun kestoikään.

²¹ <https://www.preprints.org/manuscript/201803.0122/v1>

²² <https://docs.google.com/spreadsheets/d/t024bMoRiDPIDialGnuKPsg/edit#gid=1669966328>

7.4 Sähköautot Suomessa

Suomessa sähköautoja on pilotoitu useasti eri vuosikymmeninä. Esimerkiksi Posti on ollut useaan otteeseen aktiivinen sähköautojen koekäyttäjänä. Sähköisten henkilöautojen tarjonta Suomen markkinoilla on kuitenkin ollut lähes olematonta ennen 2010-luvun vaihdetta, jolloin saataville tulivat mm. kolmella eri brändillä myynnissä ollut Mitsubishi i-Miev (myytiin myös malleina Citroen C-Zero ja Peugeot iON), sekä Nissan Leaf. Uudenkaupungin autotehdas valmisti vuosina 2009-2011 yhteensä 1794 Think-sähköautoa, joista Suomeen jäi vain pieni osa. Liikennekäytössä Thinkejä oli 30.6.2018 yhteensä 17 kappaletta.

Nissan Leaf ja Tesla Model S ovat vastanneet täyssähköautojen osalta suurimmista myyntiluvuista jo useiden vuosien ajan, vaikka autoina ovatkin hyvin erilaisia. Etenkin Teslan myyntiä vauhditti aikanaan energiatuki, mutta myynti on jatkanut hyvää vauhtiaan tuen päättymisen jälkeenkin. Nissan oli vielä 2016 myydyin täyssähköautomerkki, mutta Tesla ohitti Nissanin kokonaisrekisteröinneissä vuoden 2017 aikana. Uuden Nissan Leafin suosio näkyy ensirekisteröinneissä, missä Nissan johtaa tällä hetkellä tilastoa (Taulukko 7).

BMW:n osalta taulukoissa on esitetty i3:n täyssähköversio ilman range extender-versioita. Trafi on tilastoinut i3:n range extender-version ja i8:n ladattaviin hybrideihin, joka osaltaan selittää BMW:n pientä osuutta täyssähköautoissa.

Taulukko 6. Liikennekäytössä 2018 olevat täyssähköhenkilöautot [Trafi]

Merkki	Lukumäärä 31.3.2018	Lukumäärä 30.6.2018	Muutos [kpl]	Kasvu
Tesla Motors	725	785	60	8,3 %
Nissan	480	538	58	12 %
Volkswagen	105	137	32	30 %
Hyundai	68	94	26	38 %
Renault	69	91	22	32 %
BMW	70	80	10	14 %
Mercedes-Benz	36	40	4	11 %
Citroen	23	23	0	
Peugeot	17	17	0	
Mitsubishi	14	13	-1	
Kia	13	13	0	
Fiat	7	6	-1	
Ford	5	5	0	
Smart	4	4	0	
Toyota	2	3	1	
Jaguar		2	2	
MG		1	1	
Porsche		1	1	
Saab	1	1	0	
Muut merkit	17	21	5	
Yhteensä	1658	1875	217	13 %

Vuoden 2018 ensimmäisen kahdeksan kuukauden aikana Suomessa suosituimmat ensirekisteröidyt täyssähköautomallit ovat olleet Tesla Model S, Nissan Leaf ja VW e-Golf. Hyundai IONIQ olisi luultavasti suuremmalla osuudella edustettuna rekisteröintitilastoissa, ellei auton saatavuus olisi huono. Jonotusajat ovat olleet pisimmillään yli vuoden, ja vasta kevään 2018 aikana on tullut viestiä, että jonotusajat olisivat lyhentyneet, mutta siitä huolimatta autoja on tullut rekisteröintitilastoihin vain harvakseltaan. Pitkä odotusaika koskee myös Volkswagenin e-Golfia, jonka osalta VW joutui ilmoittamaan auton olevan lähes loppuunmyyty jo aikaisin keväällä²³. Renault Zoe:n pieni kysyntä on jopa hieman yllättävää, koska auton ominaisuudet ovat sinänsä hyvät, mutta auton korkeahko hankintahinta suhteessa auton kokoluokkaan on luultavasti syynä pieneen menekkiin. Renaultin prosentuaalinen autokannan kasvu on toisaalta ollut toiseksi kovinta kevään 2018 jälkeen, heti Hyundain jälkeen.



Kuva 12. Suomen kaksi yleisintä täyssähköautoa Tesla Model S ja Nissan Leaf (kuvassa 1. sukupolvi) ovat lähtökohtaisesti hyvin erilaisia autoja.

Taulukko 7. Ensirekisteröintitilaston 2018 mukaan suosituimmat täyssähköhenkilöautomallit [Trafii]

Merkki	Lukumäärä M1-M5	Lukumäärä M1-M8
Nissan Leaf	114	161
Tesla Model S	61	88
VW e-Golf	38	66
Hyundai IONIQ	31	51
Tesla Model X	16	28
Renault Zoe	12	34
BMW i3	9	18
Kia Soul	3	5
Jaguar I-Pace	0	4
Yhteensä	284	458

²³ <https://www.vwvortex.com/news/volkswagen-e-golf-nearly-sold/>

Ladattavat hybridit ovat rekisteröintitilastojen pohjalta selkeästi suositumpia kuin täyssähköautot, 2016 ja 2017 uutena myydyistä ladattavista autoista vain 16 % oli täyssähköautoja. Tällä hetkellä markkinoilla olevien täyssähköautojen valikoima on vielä suppea, ja Suomen markkinaa ajatellen sieltä puuttuvat mm. keskikokoiset farmariautot noin 300 - 400 km toimintamatkalla. GASELLI-työn 1. vaiheessa tehdyn kuluttajakyselyn perusteella kyseinen toimintamatra on sellainen, että yli kolme neljäsosaa vastaajista koki sen riittäväksi omiin auton käyttötarpeisiinsa. Ladattavissa hybrideissä mallivalikoima on laajempi, ja sieltä löytyvät mm. Suomessa suosittu farmarimalli useammalta eri merkiltä ja eri kokoluokassa. Ladattavissa hybrideissä suosituimmat automallit ovat olleet Volvo XC60 ja Mercedes-Benz GLC, jotka ovat molemmat hankintahinnaltaan yli 60 000 euron luokassa.

Taulukko 8. Liikennekäytössä 31.3.2018 olevat ladattavat hybridit automerkeittäin²⁴

Merkki	Lukumäärä 31.3.2018	Lukumäärä 30.6.2018	Muutos [kpl]	Kasvu
Volvo	1614	2293	679	42 %
Mercedes-Benz	1171	1578	407	35 %
BMW	1252	1532	280	22 %
Mitsubishi	740	914	174	24 %
Volkswagen	763	913	150	20 %
Opel	453	498	45	10 %
Audi	427	497	70	16 %
Porsche	415	478	63	15 %
Toyota	293	322	29	10 %
Kia	156	197	41	26 %
Hyundai	22	111	89	405 %
Mini	71	105	34	48 %
Chevrolet	35	49	14	40 %
Ford	1	1	0	0 %
Muut merkit	5	4	-1	
Yhteensä	7418	9492	2074	28 %

²⁴ https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/hybridikayttoiset_henkiloautot

Taulukko 9. Ensirekisteröintitilaston 2018 mukaan suosituimmat ladattavat hybridit²⁵

Merkki	Lukumäärä M1-M5	Lukumäärä M1-M8
Volvo XC60	812	995
Mercedes-Benz GLC	402	525
Hyundai Ioniq	74	212
BMW 5-sarja	122	210
VW Passat GTE	130	197
Porsche Panamera	79	135
Volvo XC90	93	128
Volvo V90		121
BMW X5		101
Mini Countryman Cooper		98
BMW 2-sarja		92
Mitsubishi Outlander	60	87
Mallit yhteensä	2435	3594

7.5 Suomen markkinoilla myynnissä olevat sähköautot

Tällä hetkellä Suomen markkinoilla oleva täyssähköautovalikoima on vielä rajallinen, ja valikoimasta puuttuvat vielä kokonaan esimerkiksi sedan- tai farmarimalliset autot. Myös vetokoukkuja tarvitsevilla autoilijoilla on valinnanvaraa hyvin vähän. Automallit joihin saa asentaa vetokoukun ovat Teslan Model X ja Nissan e-NV200, sekä lähiaikoina myyntiin tulevista malleista MB EQC ja Audi e-Tron Quattro. Suuri osa markkinoilla olevista malleista on pienen tai keskikokoluokan viistoperäisiä (HB-C / HB-B) autoja. Ladattavien hybridien mallivalikoima vastaa tällä hetkellä täyssähköautoja paremmin Suomen markkinoiden vaatimuksia.

²⁵ http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi_Ensirekisteroinnit/050_ensirek_tau_105.px/table/tableViewLayout2/?rxid=d013994f-b449-49d9-a342-8c8a9099c2f9

Taulukko 10. Suomen markkinoilla myynnissä olevat täyssähköautot

Merkki	Mallinimi	Korimalli	Kokoluokka ²⁶	Moottori (kW)	Akusto (kWh)	Toimintamatka NEDC (km)	Hinta (verollinen)
BMW	i3	HB	C	125	33	300	41 828 €
BMW	i3s	HB	C	135	33	280	45 699 €
Hyundai	Ioniq electric	HB	D	88	28	280	36 790 €
Jaguar	I-Pace	SUV	J	300	90	480	84 379 €
Kia	Soul EV	SUV	C	81	30	250	35 318 €
Nissan	e-NV200 evalia	van	M	80	40	200-301*	43 519 €
Nissan	Leaf Acenta	HB	C	110	40	285*	37 900 €
Nissan	Leaf Tekna	HB	C	110	40	270*	41 460 €
Renault	Twizy 80 Intens	L7e	A	13	6,1	120	13 990 €
Renault	Zoe ZE 40 Life	HB	B	68	41	403	33 390 €
Renault	Zoe ZE 40 Intens	HB	B	68	41	403	35 390 €
smart	fortwo coupe passion electric drive	HB	A	60	17,6	155	25 849 €
smart	fortwo coupe prime electric drive	HB	A	60	17,6	155	26 468 €
smart	fortwo cabrio passion electric drive	HB	A	60	17,6	155	29 358 €
smart	fortwo cabrio prime electric drive	HB	A	60	17,6	155	29 978 €
smart	forfour passion electric drive	HB	A	60	17,6	155	26 675 €
smart	forfour prime electric drive	HB	A	60	17,6	155	27 500 €
Tesla	Model S 75D	HB	E	380	75	490	92 016 €
Tesla	Model S 100D	HB	E	380	100	632	125 719 €
Tesla	Model S P100D	HB	E	560	100	613	158 751 €
Tesla	Model X 75D	SUV	J	386	75	417	99 190 €
Tesla	Model X 100D	SUV	J	386	100	565	120 093 €
Tesla	Model X P100D	SUV	J	568	100	542	168 864 €
VW	E-Golf	HB	C	100	35,8	300	42 551 €
VW	E-Up	HB	A	60	18,7	160	29 007 €

Korimallit: HB=hatchback (3/5 ov), van=pakettiauto, SUV = katumaasturi, L7e = kevyt nelipyörä

* WLTP-standardin mukainen yhdistetty toimintamatka

²⁶ Eurooppalainen autojen kokoluokitus, https://fi.wikipedia.org/wiki/Luokka:Autojen_eurooppalaisen_kokoluokitus

Taulukko 11. Suomen markkinoilla myynnissä olevat ladattavat hybridauto²⁷

Merkki	Mallinimi	Korimalli	Kokoluokka ²⁸	Toimintamatka sähköllä (km)	Hinta (verollinen)
Audi	A3 e-tron	HB	C	50	41 051 €
Audi	Q7 e-tron quattro	SUV	J	56	99 591 €
BMW	225xe	HB	B	41	40 475 €
BMW	330e	S	C	35	47 901 €
BMW	5-sarja	S	D		62 260 €
BMW	740e iPerformance	S	F	40	111 687 €
BMW	740e Le	S	F	37	126 547 €
BMW	i8	C	F	37	158 733 €
BMW	X5 xDrive40e	SUV	J	30	85 701 €
Hyundai	Ioniq plug-in	HB	D	51	32 990 €
Kia	Niro plug-in	SUV	J	58	36 490 €
Kia	Optima plug-in	HB	D	54	43 990 €
Kia	Optima Sportswagon plug-in	STW	D	62	45 690 €
MB	C 350 e	S	C	33	56 158 €
MB	E 350 e	S	D	34	67 301 €
MB	GLC 350 e 4Matic	SUV	J	31	61 121 €
MB	GLE 500e 4Matic	SUV	J	30	91 187 €
Mini	Countryman S E ALL4	SUV	J	40	40 898 €
Mitsubishi	Outlander PHEV	SUV	J	52	48 941 €
Porsche	Cayenne S E-hybrid	SUV	J	36	99 891 €
Porsche	Panamera 4 E-hybrid	COUPE	F	36	124 131 €
Toyota	Prius Plug-in hybrid	HB	C	50	39 897 €
VW	Golf GTE	HB	C	50	41 761 €
VW	Passat GTE	HB	D	50	48 786 €
VW	Passat Variant GTE	STW	D	50	48 786 €
Volvo	S90 T8 plug-in hybrid	S	E	50	67 150 €
Volvo	V60 plug-in hybrid	STW	C	50	58 726 €
Volvo	V90 T8 plug-in hybrid	STW	E	50	69 820 €
Volvo	XC60 plug-in hybrid	SUV	J	50	69 925 €
Volvo	XC90 T8 plug-in hybrid	SUV	J	40	91 134 €

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, van=pakettiauto

²⁷ https://www.iltalehti.fi/autouutiset/201708292200357690_oa.shtml

²⁸ Eurooppalainen autojen kokoluokitus, https://fi.wikipedia.org/wiki/Luokka:Autojen_eurooppalaisen_kokoluokitus

Suomeen on tuotu sähköautoja käytettynä Keski-Euroopasta, lähinnä Saksasta ja Hollannista, missä on paljon tarjontaa etenkin ladattavista hybrideistä. Suosittuja tuontiautoja ovat olleet mm. Opel Ampera / Chevrolet Volt -lataushybridit, sekä Mitsubishi Outlander PHEV.

7.6 Sähköautojen tulevaisuuden tuotantonäkymät

Täyssähköautojen osalta Suomen markkinan kannalta lyhyen aikavälin (ennen vuotta 2020) kiinnostavimmat tulossa olevat mallit ovat Suomessakin vielä vuoden 2018 aikana myyntiin tulevat Hyundai Kona ja Kia Niro, jotka tuovat markkinoille yli 400 km toimintamatkalla varustetun pienen ja keskikokoisen, kohtuuhintaisen SUV-luokan auton, sekä Nissan Leaf:n vuoden 2018 lopulla tulossa oleva päivitys 60 kWh akustolle. Myös Teslan Model 3:a on lupailtu saataville Eurooppaan vuoden 2019 aikana. Peilaten auton myyntimenestykseen USA:n markkinoilla, sekä Teslan nykymyyntiin Suomessa, voidaan ennustaa mallille hyvää sijoitusta myös Suomen myyntitilastoissa, kunhan se saadaan myyntiin täälläkin. Seuraavien kahden vuoden aikana tulossa olevista täyssähköautomalleista valtaosa tulee olemaan SUV (CUV)-kategorian autoja. Premium-luokassa kiinnostavia uutuuksia ovat juuri markkinoille tullut Jaguar I-Pace ja syksyllä 2018 myyntiin tulossa oleva Audi e-tron Quattro.

Taulukko 12. Seuraavan kahden vuoden aikana markkinoille tulossa olevia sähköautomalleja

Merkki	Mallinimi	Tyyppi	Korimalli	Tulovuosi	Akusto (kWh)	Pikalataus-teho (kW)	Toimintamatkasähköllä (km)*	Arviohinta (verollinen)
Audi	e-tron Quattro	BEV	SUV	2018	95	150	402	80 000 € ²⁹
BMW	iX3	BEV	SUV	2020	70		400	
Hyundai	Kona electric	BEV	SUV	2018	39,2	100	312	37 000 €
Hyundai	Kona electric	BEV	SUV	2018	64	100	482	42 990 € ³⁰
Kia	Niro EV	BEV	SUV	2018	39,2	100	300	40 000 €
Kia	Niro EV	BEV	SUV	2018	64	100	450	44 000 € ³¹
MB	EQ C	BEV	SUV	2019	80	110	450***	60 000 € ³²
Mini	E	BEV	HB	2020	-	-	-	-
Nissan	Leaf e-Plus	BEV	HB	2018	60	100	362**	45 000 €
Polestar	1	PHEV	S	2019	34		150***	155 000 €
Polestar	2	BEV	S	2019	-	-	560***	40 000 €
Porsche	Taycan	BEV	C	2019	90	350	500***	85 000 € ³³
Renault	K-ZE	BEV	SUV	2020	-	-	250***	-
Seat	e-Mii	BEV	HB	2019	-	-	300	-
Seat	Leon	PHEV	HB/STW	2020	-	-	50	-
Skoda	Citigo E ³⁴	BEV	HB	2019	-	-	300	-

²⁹ <https://electrek.co/2018/03/15/audi-e-tron-quattro-suv-all-electric-price/>

³⁰ <https://www.hyundai.fi/mallisto/kona-electric/>

³¹ <https://pushevs.com/2018/03/01/kia-niro-ev-pre-orders-start-south-korea/>

³² <https://www.hs.fi/autot/art-2000005815260.html>

³³ <https://bgr.com/2018/07/18/porsche-taycan-reservations-fantastic-prototype/>

³⁴ <https://www.autocar.co.uk/car-news/motor-shows-geneva-motor-show/2019-skoda-e-citigo-confirmed-brands-first-all-electric-model>

Skoda	Superb PHEV	PHEV	HB/STW	2019	13	-	70	-
Tesla	Model 3	BEV	S	2019	50	120	350**	40 000 €
Tesla	Model 3 LR	BEV	S	2019	75	120	500**	50 000 €
Volvo	XC40 EV	BEV	SUV	2020	-	-	500***	50 000 €
Volvo	XC40 PHEV	PHEV	SUV	2018	9,7		50	-
VW	Neo (I.D.)	BEV	HB	2020	-	-	400-600***	25 000 €

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, van=pakettiauto

* WLTP-standardin mukainen yhdistetty toimintamatka

** EPA-toimintamatka

*** Todennäköisesti NEDC-toimintamatka

Nissan Leaf:n tulossa oleva 60 kWh malli³⁵ (e-Plus) tulee luultavasti kasvattamaan jo nykyisen 40 kWh mallin myötä hyvässä vauhdissa olevaa Leaf-myyntiä. Uuteen malliin on huhuttu tulevan pitkään kaivattu aktiivinen akuston lämmönhallinta, joka tulee helpottamaan auton käyttöä ajettaessa pidempiä matkoja pikalatausten varassa, mutta myös kylmissä olosuhteissa. Myös korkeammasta pikalataustehosta (100 kW) on huhuttu³⁶. Nissanin osalta mielenkiintoinen tilanne on akkuvalmistajan vaihtuminen omassa osaamistuksessa olleesta akkutehtaasta LG:hen³⁷. Nähtäväksi jää, tuleeko muutos vaikuttamaan autojen tuotantomääriin tai saatavuuteen, ja tuleeko Nissan päivittämään myös 40 kWh akustoversiota uusille akkukennoille.

Myös Hyundai/Kia -konsernin uudet täyssähköversiot Konasta ja Nirosta tulevat olemaan suurella todennäköisyydellä haluttuja Suomessakin, ja ainoaksi ongelmaksi niiden osalta tulee luultavasti muodostumaan autojen saatavuus. Hyundai/Kia -konserni julkisti malleille suunnitellut tuotantomäärät³⁸, jotka vaikuttavat melko pieniltä ajatellen globaalia kysyntää. Yhteensä konserni pyrkii valmistamaan 100 000 ladattavaa autoa vuonna 2018.

Hyundai Konaa (kuva 13) on tarkoitus valmistaa 18 600 kpl ja Kia Niroa 21 000 kpl. Pelkästään Norjassa Hyundai Konasta on tehty 20 000 ennakkovarausta, joista 7000 on johtanut auton tilaukseen³⁹. Kotimaassaan Etelä-Koreassa Kia sai yli 5 000 ennakkovarausta Nirosta julkistettuaan auton aiemmin tänä vuonna⁴⁰. Jo nykyisen Hyundai Ioniq electric:n osalta saatavuus on ollut suurimpana jarruna auton myynnin kasvuille, eikä autolle ole vuodelle 2018 suunniteltu globaaliksi tuotantomääräksi kuin 20 000, huolimatta edellisen vuoden hyvästä myynnistä. Sama koskee myös mallia Kia Soul EV, myös sen suunniteltu globaali tuotantomäärä vuodelle 2018 on vain 20 000 kpl.

³⁵ <https://www.autoguide.com/auto-news/2018/07/long-range-nissan-leaf-e-plus-coming-2019-will-200-hp.html>

³⁶ <https://pushevs.com/2018/07/18/nissan-confirms-that-the-2019-nissan-leaf-e-plus-is-coming/>

³⁷ <http://www.thedrive.com/tech/22614/nissan-agrees-to-sell-battery-unit-to-chinas-envision-group>

³⁸ https://www.greencarreports.com/news/1113677_electric-hyundai-kona-kia-niro-production-to-rise-again-report

³⁹ <https://insideevs.com/hyundai-reports-nearly-7000-kona-electric-orders-in-norway/>

⁴⁰ <http://www.ammattiautot.fi/uutiset/kia-niro-ev-sahkoauton-myynti-alkoi/>



Kuva 13. Hyundai Kona electric (kuva: Hyundai)

VW-konsernin uuden sukupolven autojen tullessa markkinoille voidaan odottaa kysynnän ja myös tarjonnan volyymin nousevan, mikäli VW:n lupaukset autojen teknisistä tiedoista ja hinnoista pitävät paikkansa. VW Neo (entinen I.D., kuva 14) tulee olemaan Golf-kokoluokan auto hyvällä toimintamatkalla, nopealla latauksella (100 kW CCS) ja diesel-Golfia vastaavalla hinnalla, joten sen kysynnän voisi olettaa olevan tältä pohjalta hyvä. Volkswagen on kertonut auton hinnoittelun lähtevän noin 25 000 eurosta⁴¹ (oletettavasti Saksassa), mikä tarkoittaisi hintaeron polttomoottoriautoon kuroutuvan lähes kiinni Volkswagenin osalta jo muutaman vuoden kuluttua. Toimintamatkaltaan VW Neo on Volkswagenin mukaan noin 400 - 600 km haarukassa, oletettavasti NEDC-standardin mukaan ilmoitettuna. VW vaikuttaisi olevan ensimmäinen valmistaja, joka olisi asettamassa täyssähköauton hankintahinnan samalle tasolle vastaavan polttomoottoriauton kanssa, jopa hieman etuajassa ennustuksiin nähden⁴².

VW-konserni on julkistanut kunnianhimoisen strategian⁴³ vuonna 2016 nimeltään "TOGETHER - 2025", missä konserni on asettanut tavoitteekseen sähköautojen markkinajohtajuuden vuoteen 2025 mennessä. Vuoteen 2022 mennessä on tavoitteena saada markkinoille jo 27 uutta sähköautomallia. Volkswagenin akkustrategia on mielenkiintoinen, he ovat kilpailuttamassa 150 GWh edestä akkukapasiteettia, arvoltaan noin 50 miljardia euroa.

⁴¹ <https://electrek.co/2018/04/26/vw-neo-production-electric-car-image-leaks-id-concept/>

⁴² <https://about.bnef.com/blog/electric-cars-reach-price-parity-2025/>

⁴³ https://www.volkswagenag.com/en/news/2017/09/Roadmap_E.html



Kuva 14. Volkswagen I.D. Neo (kuva: Volkswagen)

Volkswagenin tuotantosuunnitelmana on valmistaa 100 000 I.D. -mallistoon kuuluvaa sähköautoa vuonna 2020, ja kymmenkertaistaa tuotanto siitä vuoteen 2025 mennessä. Yhteensä VW tavoittelee 10 miljoonan kokonaisvalmistusmäärää uudelle MEB-sähköautoalustalleen.

Myös Audin e-tron -mallisto, sekä Skodan Vizzion E-konseptimallin pohjalta tulossa oleva sähköinen mallisto tulee täydentämään VW-konsernin tarjontaa 2020-luvulle tultaessa. Etenkin Audin e-tron Quattro vaikuttaa hyvin mielenkiintoiselta, ja se on tullut jo ennakkovarattavaksi Suomessakin. VW-konsernin sisällä on tulossa päivitys myös pikkuautoluokkaan, kun uusi Skoda Citigo E ja sen sisarmalli Seat e-Mii julkistetaan 2019⁴⁴. Näissä pitäisi tulla samalla päivitys toimintamatkaan verrattuna nykyisin tuotannossa olevaan VW e-Up-malliin. Tulossa on myös lisää ladattavia hybridejä, julkistettu on ainakin Skoda Superb-mallista tuleva PHEV-versio vuodelle 2019. Kaiken kaikkiaan Skodan suunnitelmissa on tuoda 10 sähköistettyä mallia vuoteen 2025 mennessä, mistä 6 on täyssähköautoja ja 4 ladattavia hybridejä.

Daimler on julkistanut suuria panostuksia sähköautoihin ja akkutehtaaseen⁴⁵, ja Daimlerin tuleva EQ-sarja aloittaa uuden pohjalevyn sähköautojen mallisarjan, oletettavasti vuoden 2019 puolivälin paikkeilla⁴⁶. Ensimmäinen julkistettu malli on EQ C⁴⁷, joka on hieman nykyistä GLC-maasturia suurempi SUV-luokan auto. Vuoteen 2022 mennessä Daimlerilla on suunnitelmissa

⁴⁴ <https://www.autocar.co.uk/car-news/motor-shows-geneva-motor-show/2019-skoda-e-citigo-confirmed-brands-first-all-electric-model>

⁴⁵ <https://www.daimler.com/innovation/efficiency/kamenz2017.html>

⁴⁶ <https://www.electrive.com/2018/06/05/delays-for-daimlers-first-egc-and-electric-s-class/>

⁴⁷ <https://www.carwow.co.uk/news/mercedes-egc-electric-suv-price-specs-release-date-3857>

yli kymmenen sarjatuotannossa olevaa täyssähköautoa. Myös hybridien valikoiman luvataan laajentuvan lähiaikoina.

BMW on julkistanut jo kertaalleen päivitetyn akuston nykyiseen i3-malliinsa, mutta seuraava päivitys kokoluokkaan 42,2 kWh on tulossa Samsungin uusien 120 Ah SDI-akkukennojen tuotannon aloittamisen myötä. Tällä julkistuksella i3:n toimintamatka tulee ohittamaan esimerkiksi uuden Nissan Leafin, ollen WLTP-standardin mukaan mitattuna 285 - 310 km. Uusi i3-malli tulee myyntiin joulukuussa 2018. Täysin uusista malleista seuraavaksi on tulossa täyssähköinen versio X3:sta, mallinimeltään iX3, jota kaavaillaan vuodelle 2020. Sitä seuraavana vuonna on tulossa myös täysin uusi täyssähkömalli i4.

Mielenkiintoista on myös Volvon ensimmäisen täyssähköauton XC40:n tulo markkinoille vuonna 2019⁴⁸. Volvo suunnittelee julkaisevansa XC40:n yrityksen omistaman yhtiön Polestar:n vuonna 2019 tulevan mallijulkaisun jälkeen (Polestar 2⁴⁹). Myös Suomessa suositusta lataushybridistä Volvo XC90:stä on tulossa täyssähköversio noin vuonna 2021. Volvon strategian mukaan vuodesta 2019 alkaen julkistettavissa uusissa malleissa on aina mukana jonkin tasoinen sähköistys⁵⁰. Volvon tavoitteena on vuoteen 2025 mennessä saada 50% myynnistä sähköisistä malleista.

Teslan Model S ja X ovat olleet Suomessakin suosittuja täyssähköautoja huolimatta niiden korkeasta hinnasta, ja oletettavaa on, että kun Tesla saa Model 3 -mallinsa myös Suomeen saataville, tulee sen kysyntä olemaan hyvällä tasolla. Teslan oma lupaus auton saamisesta Suomen markkinoille on vuoden 2019 aikana⁵¹. Vuoden 2018 kolmannen kvartaalin tuotantolukujen perusteella⁵² Tesla on saamassa mallin tuotantoa nopeammaksi, joka lupaa hyvää myös autojen saatavuuden osalta. Kolmannella kvartaalilla Tesla valmisti 53 239 kappaletta Model 3:a. Hiljattain Tesla avasi auton tilattavaksi USA:n markkinoilla suoraan ilman ennakkovarausta⁵³. Teslan osalta Model 3 on osoitettu analyytikkojen toimesta annattavaksi, arvioidun autokohtaisen myyntivoiton ollessa jopa reilusti suurempi kuin nykyisillä polttomootoriautoilla⁵⁴. Tosin jo pitkään luvattu "hinnat alkaen" -versio 35 000 USD hintaan puuttuu vielä valikoimasta, eikä varmuutta kyseisen mallin saatavuudesta tai aikataulusta vielä ole. Edullisin Model 3-malli on tällä hetkellä USA:n markkinoilla 49 000 USD, jolloin konfiguraatio sisältää pidemmän toimintamatkan akun ja premium-sisustuksen. Suomen hinnoittelu tulee vahvistumaan, kun auton tilaussivu avautuu vuoden 2019 aikana myös Suomen markkinoille. Tässä raportissa arvioidaan Teslan Model 3:n hintoja perustuen Model S-mallin vastaavien versioiden hinnoitteluun USA:ssa ja Suomessa.

Toyotan sähköautostrategia tähtää kauemmas tulevaisuuteen. Kiinassa Toyota tuo tarjolle 10 sähköautomallia jo vuoteen 2020 mennessä, johtuen Kiinan regulaation vaatimuksista⁵⁵, mutta muilla markkinoilla Toyotan panostus ja viestintä on ollut vahvasti ei-ladattavien hybridien ja polttokennoautojen puolella. Toyotan tiedetään kehittävän kiinteän elektrolyytin akkua, johon pohjautuen Toyota aluksi uutisoi tulevan täyssähköautomalleja vuoden 2020 tienoilla, mutta

⁴⁸ <https://www.hybridcars.com/electric-volvo-xc40-coming-in-2019/>

⁴⁹ <http://www.autoexpress.co.uk/polestar/2/101366/new-all-electric-polestar-2-to-take-on-tesla-model-3-in-2020>

⁵⁰ <https://electrek.co/2018/04/25/volvo-electrification-plan-fully-electric/>

⁵¹ https://www.tesla.com/fi_FI/model3

⁵² <https://insideevs.com/tesla-q3-production-eclipses-80000/>

⁵³ <https://www.engadget.com/2018/07/10/tesla-model-3-sales-open/>

⁵⁴ <https://www.wiwo.de/technologie/mobilitaet/elektroauto-zerlegt-tesla-model-3-kann-gewinn-abwerfen/22625806.html>

⁵⁵ <https://newsroom.toyota.co.jp/en/corporate/22325409.html>

myöhemmin Toyota on lieventänyt kantaansa ja ilmoittanut kiinteän elektrolyytin akuilla varustettujen autojen tulevan lähempänä vuotta 2030⁵⁶.

Muita autovalmistajia, jotka ovat julkistaneet sähköautoja koskevia strategioitaan ovat mm. Ford⁵⁷ (40 uutta hybridi- ja sähköautomallia vuoteen 2022 mennessä, mistä 16 täyssähköautoja), Fiat-Chrysler⁵⁸ (30 sähköautomallia vuoteen 2022 mennessä, tavoite Euroopassa 60% autoista sähköautoja 2022 mennessä), PSA-ryhmä⁵⁹ (Peugeot, Citroën ja nykyään myös Opel; 4 täyssähköautoa ja 7 ladattavaa hybridiä 2021 mennessä), Renault (8 täyssähköautoa ja 12 "sähköistettyä" ajoneuvoa 2022 mennessä) ja General Motors⁶⁰ (20 uutta sähköautomallia vuoteen 2023 mennessä).

7.7 Sähköautojen tulevaisuuden hintakehitys

Useammassa analytiikkajärjestelmässä laatimassa ennusteessa arvioidaan täyssähköautojen saavuttavan polttomoottoriautojen hankintahintatason noin vuoden 2025 tienoilla (mm. Bloomberg New Energy Finance, Forbes). Täyssähköauton voimalinja on yksinkertaisempi kuin vastaavan polttomoottoriauton, ja auton valmistuskustannuksessa suurin komponentti on tällä hetkellä akuston hinta. Periaatteessa täyssähköautolla on mahdollisuus tulla halvemmaksi valmistuskustannuksiltaan kuin polttomoottoriauton, mutta se edellyttää akustojen hintojen laskemista.

Useilla valmistajilla on sähköautostrategioissaan mukana sekä täyssähköautoja että ladattavia hybridejä. Ladattavassa hybridissä oleva kaksinkertainen voimanlähde (sekä sähkömoottori ja akusto että polttomoottori) nostaa auton valmistuskustannuksia, eikä ladattavan hybridin hinta pysty pääsemään vastaavaa polttomoottoriversiota halvemmaksi kuin mahdollisesti sarjahybrideissä, missä moottori toimii vain laturina (esim. BMW i3 REX). Pääosa ladattavista hybrideistä on kuitenkin rinnakkaishybridejä, joissa polttomoottori on kooltaan samaa luokkaa kuin vastaavissa pelkillä polttomoottoreilla varustetuissa autoissa, ja vaatii samanlaisen voimansiirron kuin perinteinen polttomoottoriauto, jolloin kustannussäästöjä valmistusteknisesti ei pystytä saamaan.

WLTP-standardin tultua käyttöön autojen päästömittauksessa, nykyiset ladattavat hybridit eivät ole olleet enää yhtä kilpailukykyisiä WLTP:n mukaan mitattuna, ja osa autovalmistajista on jopa päättänyt hetkeksi pysäyttää niiden myynnin keski-Euroopassa⁶¹. Nykyisten ladattavien hybridien pienet akkukoot aiheuttavat sen, että WLTP-standardin mukaan mitattaessa akusto ei riitä enää tarpeeksi pitkään sähköajoon ja pudottamaan auton keskipäästöä alle 50 g/km rajan, joka on mm. Saksassa vaatimuksena auton luokitteluksi vähäpäästöiseksi, ja verohelpotuksen saamiseksi. Autonvalmistajat joutuvat käytännössä kasvattamaan ladattavien hybridien akkukokoja päästäkseen WLTP-mittauksessa halutun päästörajan alle. Yhtenä esimerkkinä tästä on uudistunut BMW X5, missä akuston kokoa kasvatettiin niin, että toimintamatka nousi 30 kilometristä 80 kilometriin⁶².

⁵⁶ <https://insideevs.com/toyota-says-solid-state-batteries-still-more-than-decade-away/>

⁵⁷ <https://www.reuters.com/article/us-autoshow-detroit-ford-motor/ford-plans-11-billion-investment-40-electrified-vehicles-by-2022-idUSKBN1F30YZ>

⁵⁸ <https://www.ft.com/content/87bb441e-6597-11e8-a39d-4df188287fff>

⁵⁹ <https://electrek.co/2016/05/26/peugeot-citroen-unveils-2-new-electric-platforms-for-4-new-evs-and-7-phevs-starting-in-2019-gallery/>

⁶⁰ <https://www.gm.com/mol/m-2018-mar-0307-barra-speech.html>

⁶¹ <http://europe.autonews.com/article/20180927/ANE/180929899/vw-mercedes-porsche-stop-plug-in-hybrid-sales-on-new-wltp-emissions>

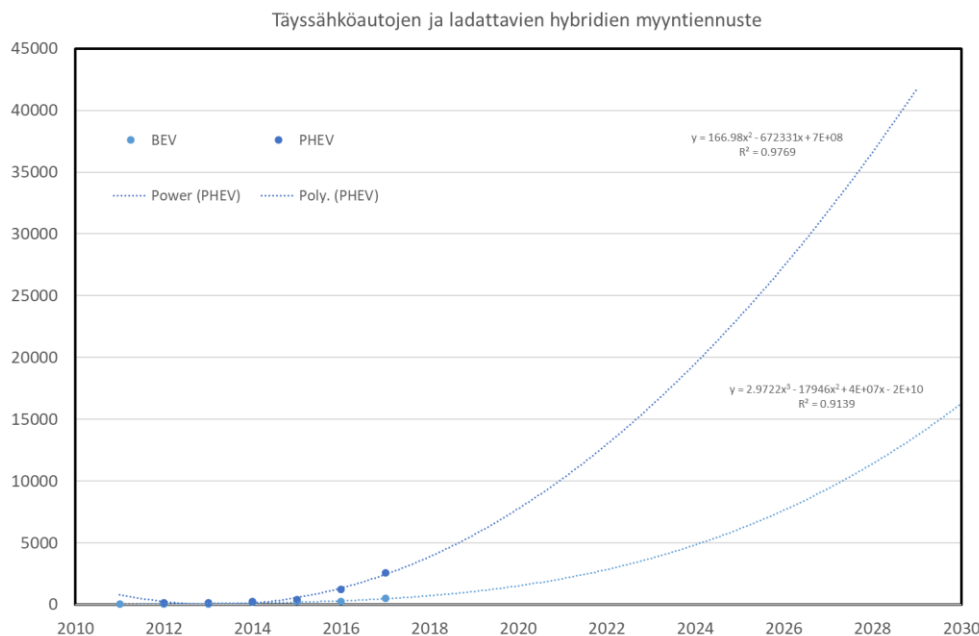
⁶² https://www.iltalehti.fi/autouutiset/201809072201185968_oa.shtml

Yksi mielenkiintoinen signaali on myös se, että uusimman akuston päivityksen yhteydessä BMW pudotti pois REx (range extender)-option i3-mallistaan⁶³ Euroopassa. Nähtäväksi jää, mikä tulee olemaan ladattavien hybridien markkinan kehitys tulevaisuudessa, mutta selvää on että hybridien markkinaosuus tulee riippumaan niiden verokohtelusta ja täyssähköautojen hinta- ja akkukehityksestä, ja voisi olettaa että noin vuoden 2025 jälkeen ladattavien hybridien suosio lähtee laskemaan. Suomen ulkopuolisilla markkinoilla sähköautojen markkinaosuus on jo tähän mennessä jakautunut siten, että täyssähköautot ovat olleet ladattavia hybridejä suosittumia. Joka tapauksessa, ladattavien hybridien akkukoot tulevat kasvamaan viimeistään WLTP-vaatimusten myötä.

7.8 Sähköautojen ennakoitavissa oleva markkinakehitys

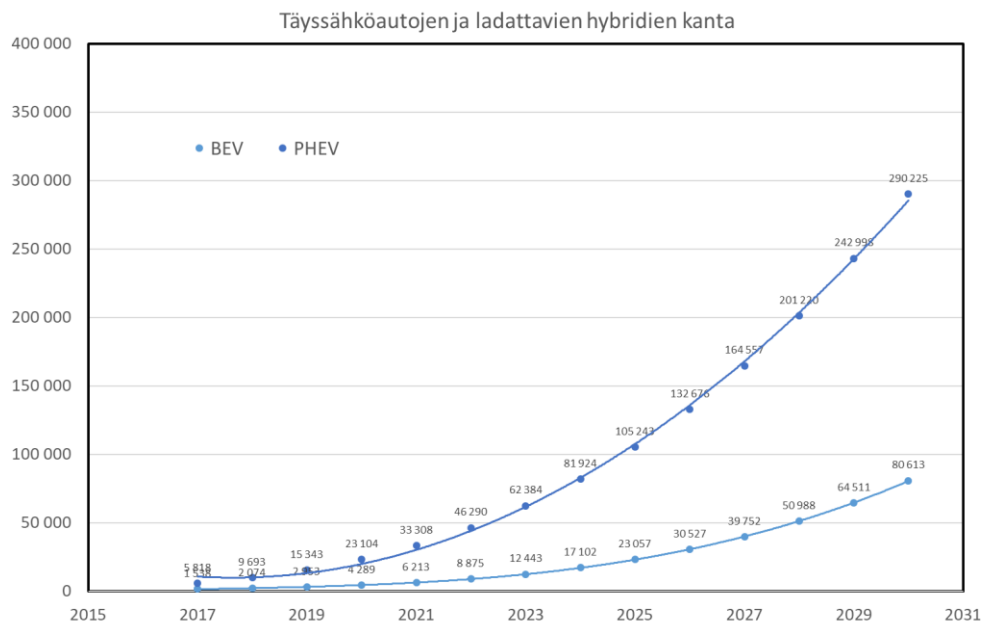
Kuvissa 15 ja 16 on esitetty täyssähköautojen ja ladattavien hybridien ensirekisteröintimäärät Suomessa vuosilta 2006 - 2017, ja tehty sen pohjalta polynomisovitus 2-asteen (PHEV) ja 3-asteen (BEV) funktiolla. Näistä myyntimääristä on projektoitu kannan kasvu vuoden 2017 lopun tilanteesta lähtien vuoteen 2030 saakka. Mikäli viimeisten vuosien mukainen kasvu jatkuu ennusteen mukaisena, tavoite 250 000 sähköautosta vuoteen 2030 mennessä vaikuttaa helposti saavutettavalta.

Tässä väliraportissa esitetyt markkinan kehityksen arviot pohjautuvat pelkkään nykyisen kehityksen projisointiin vuoteen 2030 saakka, eivätkä ota huomioon autovalikoiman ja hintojen kehitystä tai mahdollisia ohjauskeinojen muutoksia. GASELLI-projektin kolmannessa vaiheessa sähkö- ja kaasuautojen markkinakehitys mallinnetaan huomioiden kaikki markkinaan vaikuttavat tekijät, ja mallin avulla arvioidaan eri skenaarioita ja markkinan kehitystä tarkemmin.



Kuva 15. Täyssähköautojen ja ladattavien hybridien myyntiennuste.

⁶³ <https://www.bmwblog.com/2018/10/04/bmw-drops-the-i3-rex-in-europe-still-offered-in-the-us/>



Kuva 16. Täyssähköautojen ja ladattavien hybridien kannan kasvuennuste.

Tarkasteltaessa rekisteröintitilaston 10 suosituinta henkilöautomallia, on niistä nähtävissä neljä selkeästi Suomessa suosittua autotyyppiä.

Taulukko 13. Rekisteröintitilaston 10 suosituinta henkilöautomallia 1-5/2018
(kaikki käyttövoimat)

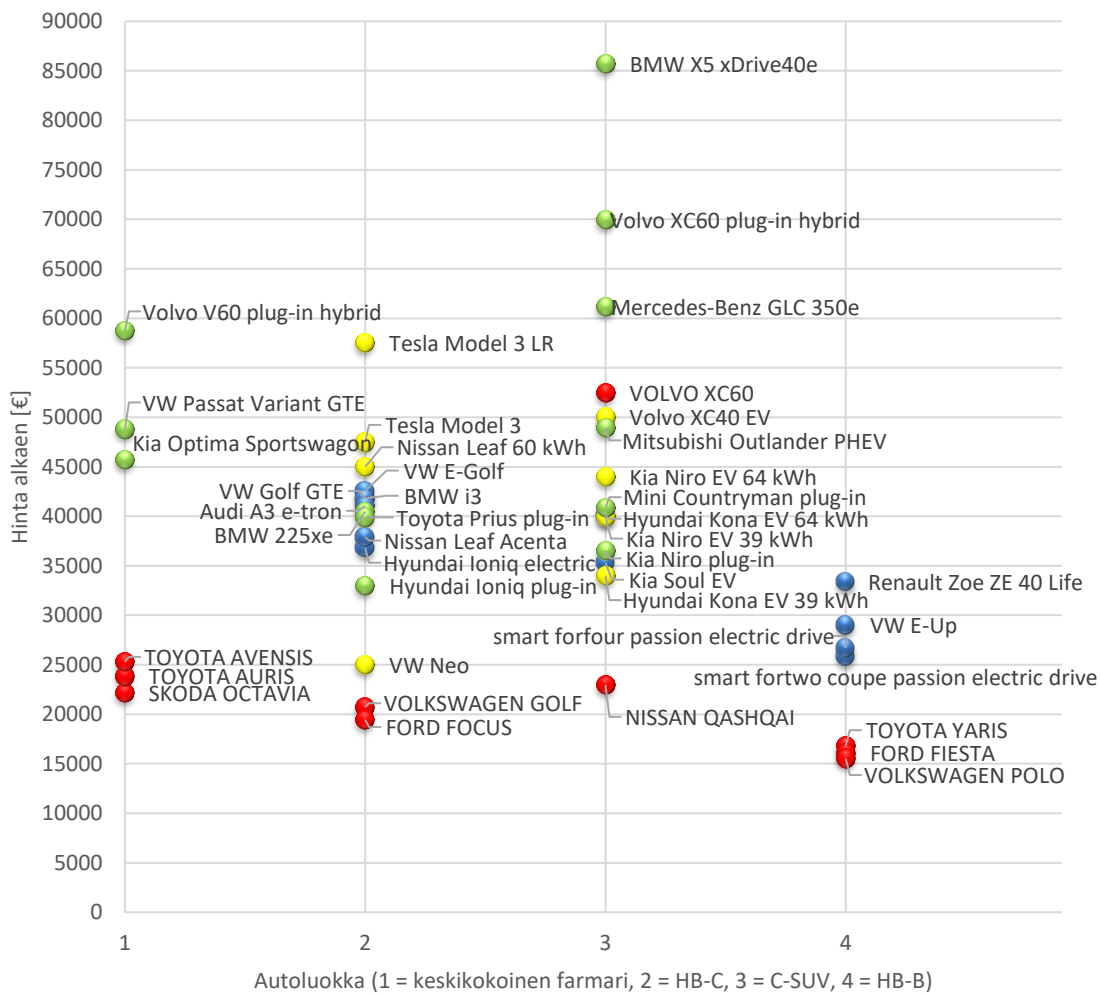
Merkki	Mallinimi	Korimalli	Kokoluokka	Hinta alkaen (verollinen)
Skoda	Octavia	HB / FARMARI	D	22144
Nissan	Qashqai	SUV	J	22950
Toyota	Yaris	HB	B	16821
Volkswagen	Golf	HB / FARMARI	C	20725
Toyota	Auris	HB / FARMARI	C	23856
Ford	Fiesta	HB	B	16072
Volvo	XC60	SUV	J	52479
Toyota	Avensis	FARMARI	D	25303
Volkswagen	Polo	HB	B	15531
Ford	Focus	HB / FARMARI	C	19459

Tarkastellaan seuraavaksi näissä suosituimmissa luokissa tarjolla olevia sähköautoja.

- Keskipikokoinen farmari
 - Nykyiset automallit: Ford Focus, Skoda Octavia, Toyota Auris/Avensis, VW Golf
 - Myynnissä olevat täyssähköautomallit: Ei malleja tässä kategoriassa

- Myynnissä olevat ladattavat hybridit: Kia Optima Sportswagon, VW Passat Variant GTE, Volvo V60
- Tulossa olevat täyssähköautot: Ei julkistettu
- Keskikokoinen viistoperäinen henkilöauto (HB-C)
 - Nykyiset automallit: Ford Focus, Skoda Octavia, Toyota Auris, VW Golf
 - Myynnissä olevat täyssähköautomallit: BMW i3, Hyundai Ioniq, Nissan Leaf, VW e-Golf
 - Myynnissä olevat ladattavat hybridit: Audi A3 e-tron, BMW 225xe, Hyundai Ioniq plug-in, Toyota Prius plug-in hybrid, VW Golf GTE
 - Tulossa olevat täyssähköautot: Mini E, Nissan Leaf 60 kWh, Tesla Model 3, VW Neo
- Keskikokoinen katumaasturi (C-SUV)
 - Nykyiset automallit: Nissan Qashqai, Volvo XC60
 - Myynnissä olevat täyssähköautomallit: Kia Soul EV (B-SUV)
 - Myynnissä olevat ladattavat hybridit: BMW X5, Kia Niro plug-in, Mercedes-Benz GLC, Mini Countryman, Mitsubishi Outlander, Volvo XC60
 - Tulossa olevat täyssähköautot: Audi e-Tron, Hyundai Kona electric, Jaguar I-Pace, Kia Niro EV, Volvo XC40 EV
- Pieni viistoperäinen henkilöauto (HB-B)
 - Nykyiset automallit: Ford Fiesta, Toyota Yaris, VW Polo
 - Myynnissä olevat täyssähköautomallit: Renault Zoe, smart forfour e.d, VW e-Up
 - Myynnissä olevat ladattavat hybridit: Ei malleja tässä kategoriassa
 - Tulossa olevat täyssähköautot: Skoda citigo E, Seat e-Mii

Kuvassa 17 on esitetty em. autoluokissa olevat automallit ja niiden lähtöhinnat. Kuvaajasta pystyy hyvin huomaamaan, että lähes kaikissa autoluokissa ero nykyisten myydyimpien mallien ja niitä vastaavien täyssähkö- ja ladattavien hybridimallien välillä on vielä tällä hetkellä melko suuri. Eroa kuvaajassa vääristää hieman se, että vertailuun poimitut nykyautomallien hinnat ovat hinnat alkaen malleja, kun vastaavissa sähköautoversioissa on yleisesti parempi varustelutaso. Täysin vertailukelpoisella varustelutasolla hintaero pienenee jonkin verran, mutta on silti selkeä.



Punainen = myyntitilaston 1-5/2018 suosituimmat mallit, sininen = nykyiset em. autoluokkiin tarjolla olevat täyssähköautot, vihreä = nykyiset em. autoluokkiin tarjolla olevat ladattavat hybridit, keltainen = tulossa olevat täyssähköautot

Kuva 17. Myyntitilaston suosituimmat autot autoluokittain ja ko. autoluokissa tarjolla olevat täyssähköautot ja ladattavat hybridit, sekä tulossa olevat täyssähköautot

Suurin puute Suomen markkinoiden kehitystä ajatellen täyssähköautojen tarjonnassa on edelleen farmarikorimallin puuttuminen kokonaan. Myöskään tulossa olevista täyssähköautomalleista yksikään ei ole farmarikorillinen. Ladattavissa hybrideissä farmarivalikoima, ja mallivalikoima muutenkin, on jo nyt kohtalaisen hyvä, ja tulee täydentymään tulevaisuudessa entisestään. Pienistä monikäyttöautoista ei markkinoilla ole tarjolla ladattavia hybridiversioita.

Markkinan kehittymisessä on kuluttajan kannalta yksi keskeisiä tekijöitä auton hankintahinta ja toisaalta käytön kustannukset kokonaisuutena eli pääoma- ja käyttökulujen yhdistelmä. Näiden odotetaan kehittyvän merkittävästi tulevien vuosien aikana. Akusto on vielä tällä hetkellä täyssähköautojen kallein komponentti, mutta akkujen hintakehitys on tuomassa akustojen hintaa nopeasti alaspäin.

UC Berkeleyssä laaditun uuden ennustemallin mukaan sähköautojen hinta saavuttaa polttomoottoriautojen tason kun akuston kustannus laskee noin tasolle 115 - 135 €/kWh⁶⁴. Vuonna 2017 oltiin ajovoima-akuston hinnassa Bloomberg New Energy Financen (BNEF) mukaan noin

⁶⁴ <https://www.nature.com/articles/nenergy2017125>

tasolla 209 €/kWh⁶⁵. UC Berkeleyn ennusteen mukaan hintaparieteetti saavutettaisiin ajoneuvon omistajan kokonaiskustannusten (pääoma & käyttö) vuosien 2017 ja 2020 välillä, joka on samoilla linjoilla BNEF:n ennusteen kanssa, missä ennustetaan hinnan olevan noin 125 €/kWh vuonna 2020. Hintaparieteetti sähköauton ja vastaavan polttomootoriauton välillä verottomassa hankintahinnassa ennustetaan saavutettavan, riippuen autosegmentistä, noin vuosina 2025-2027.⁶⁶ Voidaan ennakoida, että tämä hintakehitys yhdistettynä tarjonnan paranemiseen tulee merkittävästi vaikuttamaan sähköautojen yleistymiseen noin 5-7 vuoden aikavälillä.

7.9 Muiden autoluokkien tilanne ja odotettavissa oleva kehitys

Sähköisen voimalinjan kehitys on selkeästi kiihtymässä muissakin ajoneuvoluokissa kuin henkilöautoissa. Vuosi 2018 on ollut vauhdikas uusien sähköisten jakeluauto-, bussi- ja pakettiautomallien julkistusten suhteen. Kaupallisesti toimiva hyöty- ja jakelu- ja joukkoliikenne on lähitökohtaisesti lupaava alue sähköistykselle. Perussyynä tähän on ajoneuvokaluston korkea käyttöaste ja suuret päiväsuoritteet. Näin energiatehokkuuden ja käyttövoiman hinnasta tulevat alemmat käyttökustannukset kompensoivat vielä tällä hetkellä korkeampia kaluston ja kokonaisjärjestelmän pääomakuluja.

Täyssähköversioita kuorma-autoistaan ovat julkistaneet ainakin Volvo (FL ja FE electric⁶⁷), Daimler (eActros⁶⁸, Fuso eCanter⁶⁹, Freightliner eCascadia⁷⁰), MAN (eTruck⁷¹) ja Renault (Trucks D Z.E ja D Wide Z.E⁷²). Näiden lisäksi sähkökuorma-autoja valmistavat pienemmät konversiovalmistajat, esimerkiksi Tampereella ja Helsingissä Niinivirta European Cargo Oy:n käytössä olevan auton valmistanut eMoss⁷³.



Kuva 18. Volvon FL electric täyssähkökuorma-auto jätepakkaajavarustuksella (kuva: INFO-kontor GmbH)

⁶⁵ <https://www.iea.org/media/workshops/2018/aces/NikolasSOULOPOULOSBNEF.pdf>

⁶⁶ Bloomberg New Energy Finance <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-22/electric-cars-may-be-cheaper-than-gas-guzzlers-in-seven-years>

⁶⁷ <http://www.volvotrucks.com/en-en/news/press-release.html?pubid=23207>

⁶⁸ <https://www.daimler.com/products/trucks/mercedes-benz/eactros.html>

⁶⁹ <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/fuso-ecanter-2.html>

⁷⁰ <https://www.daimler.com/products/trucks/freightliner/e-mobility-group.html>

⁷¹ <https://www.truck.man.eu/de/en/eTruck.html>

⁷² <https://corporate.renault-trucks.com/en/press-releases/2018-06-26-renault-trucks-unveils-its-second-generation-of-electric-trucks.html>

⁷³ <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/fi/sahkoisen-jakeluauton-energiatehokkuus-vakuuttaa>

Myös pakettiautoissa sähköistys etenee nopeaa vauhtia. Markkinoilla on jo tällä hetkellä Nissan e-NV200, jota saa sekä henkilö-, että pakettiautona, ja Renault Kangoo Z.E, mutta hyvin lähiaikoina markkinoille on tulossa täyssähköversioita lisää ainakin Renaultilta (Master Z.E), Volkswagenilta (eCrafter⁷⁴), IVECOLta (Daily electric⁷⁵) ja Mercedes-Benziltä (eVito⁷⁶ ja eSprinter⁷⁷). Näiden lisäksi huomionarvoinen valmistaja on Streetscooter, joka on tähän mennessä valmistanut DHL:lle yli 6000 sähköistä jakeluautoa, ja on aikeissa nostaa tuotantokapasiteettinsa uuden tehtaan avaamisen myötä 20 000 autoon vuodessa⁷⁸. Streetscooter julkisti juuri suunnitelmansa aloittaa Work XL-mallin tuotannon yhdessä Fordin kanssa Fordin tehtaalla⁷⁹. Kaiken kaikkiaan tarjonta on laajenemassa vuoden 2019 loppuun mennessä kattamaan hyvin eri kokoisia kuljetustarpeita.



Kuva 19. Streetscooter Work XL-sähköpakettiauto (kuva: Streetscooter)

Akkukäyttöiset autot, joiden toimintamatka yhdellä latauksella on n. 200 km luokkaa soveltuvat hyvin taajamajakelun tarpeisiin. Pitkän matkan rahtiliikenteeseen riittävää sähkömäärää ei nykyisellä akkuteknologialla ole kuitenkaan mahdollista varastoida, vaan autoja olisi voitava pikaladata matkan varrella, tai mieluummin jopa ajon aikana. Tähän tarkoitukseen on käynnissä muutamia kokeiluja, joissa auto saa virtaa joko tien yläpuolella olevasta ajojohdosta⁸⁰ trolley-

⁷⁴ <https://cleantechnica.com/2017/12/23/volkswagen-delivers-first-e-crafter-vans-customers-europe/>

⁷⁵ <https://www.iveco.com/finland/tuotteet/pages/iveco-daily-electric-trucks.aspx>

⁷⁶ <http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Electric-vans-from-Mercedes-Benz-Vans-eVito-now-available-to-order-ecosystem-for-the-electrification-of-commercial-fleets.xhtml?oid=30329635>

⁷⁷ <http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/eSprinter-Systematic-electrification-of-commercial-fleets-from-2019-the-eSprinter-will-add-to-the-drive-portfolio.xhtml?oid=39957895>

⁷⁸ <https://www.fleeturope.com/en/lcv/europe/features/deutsche-post-produces-20000-streetscooters-each-year>

⁷⁹ <https://www.ammattiautot.fi/uutiset/ford-aloittaa-streetscooter-work-xl-sahkoisten-tavarankuljetus-pakettiautojen-valmistamisen-deutsche-postille/>

⁸⁰ <https://www.scania.com/group/en/electrification/>

bussien tapaan, tai tiehen upotetusta virtakiskosta⁸¹. Etenkin Ruotsissa pilotoidaan ahkerasti eri tyyppisiä sähköisiä maanteitä, mikä johtuu siitä, että Ruotsissa hallitus on patistellut Trafir-verkettä laajentamaan tietämystään sähköisistä maanteistä. Viimeisin julkistus oli Alstomin, Volvon ja NCC:n julkistama uusi konsortio⁸² Västsvenska Elvägar, joka pyrkii rakentamaan pilottireitin länsi-Ruotsiin.



Kuva 20. Sähköinen maantie Alstom APS-teknologialla (kuva: Volvo)

Sähköbussseissa kaikilla merkittävillä valmistajilla on tarjolla 12 metrin kaupunkibussi joko la-dattavana hybridinä tai täyssähköisenä versiona. Joillakin valmistajilla, esimerkiksi VDL ja BYD, on valikoimissaan lisäksi 18 - 26 metrin nivelbusseja, mutta Suomessa yleinen noin 15 metrin telibussi puuttuu vielä markkinoilta. Sähköbussien kohdalla markkina on ainakin tässä vaiheessa jakaantumassa kahteen leiriin - yön yli ladattavat, suurella akulla varustetut bussit, sekä pikaladattavat, pienemmällä akustolla varustetut bussit. Riippuu kaupungista, mikä malli sopii parhaiten kuhunkin ympäristöön.

Kaupunkien jakeluliikenteessä, kaupunkibussiliikenteessä ja kevyessä pakettiautoilla tehtävässä jakelussa sähköautot tulevat oletettavasti lisääntymään tarjonnan kasvamisen, ja tehdastekoisten autojen saatavuuden lisääntymisen myötä. Näissä sovelluksissa auton sähköistämisen kokonaiskustannukset ovat helposti laskettavissa etukäteen, ja sähköautot alkavat olla kalliimmasta hankintahinnastaan huolimatta elinkaarikustannuksissa kilpailukykyisiä nykyistä dieselkalusta vastaan, etenkin busseissa⁸³.

⁸¹ <http://nordicroads.com/unique-electrified-road-opens-in-sweden/>

⁸² <https://www.volvogroup.com/en-en/news/2018/sep/volvo-plans-to-build-electric-roads.html>

⁸³ <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/OA-Fully-Electric.pdf>

Jakeluautoissa kokonaiskustannukset ovat vielä tällä hetkellä kalliimpia⁸⁴ verrattuna polttomoottorikalustoon, mutta kehitystä saattavat nopeuttaa myös kaupunkien kiristyvät päästövaatimukset (LEZ⁸⁵ and ULEZ⁸⁶-alueet) ja nollapäästöalueet, joilla operointi ei ole mahdollista nykyisellä kalustolla, esimerkkeinä Lontoon, Amsterdamin, Kööpenhaminan, Tukholman, Oslon ja Madridin suunnitelmat nollapäästövyöhykkeistä. Esimerkiksi Lontoon nollapäästövyöhykkeillä Islingtonissa ja Hackneyssä on kiellettyä ajaa polttomoottoriautoilla arkisin kello 7 - 10 ja 16 - 19 välisinä aikoina⁸⁷. McKinsey⁸⁸ arvioi, että operoinnin kokonaiskustannukset sähköisellä jakelukalustolla olisivat samassa tasossa nykyisen kaluston kanssa vuoden 2025 paikkeilla. Lisäksi kyseinen raportti arvioi, että Euroopan sisällä kevyet sähköiset kuorma-autot olisivat saamassa noin 25 - 35% markkinaosuuden vuoteen 2025 mennessä. Laajempaa kasvua ajatellen on tärkeää panostaa myös etenkin kaupunkijakelun osalta latausinfrastruktuuriin.

Kaupunkiseutujen joukkoliikenteen, hyötyliikenteen ja logistiikan osalta julkisilla hankinnoilla ja kaupunkien kalustolle, energiatehokkuudelle ja päästöille asettamilla vaatimuksilla voi olla merkittävä vaikutus uuden teknologian käyttöönottoon. Raskaan kaluston vaatiman latausinfrastruktuurin sijoittamisessa kaupunkiympäristöön ja niiden investointikustannuksissa kaupungeilla ja julkisilla tilaajaorganisaatioilla on myös tärkeä rooli.

⁸⁴ <https://frevue.eu/wp-content/uploads/2017/09/FREVUE-Total-Cost-of-Ownership-for-Rigid-Electric-Trucks-Factsheet.pdf>

⁸⁵ Low Emissions Zone

⁸⁶ Ultra Low Emissions Zone

⁸⁷ <http://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/united-kingdom-mainmenu-205/london-ze-islington-and-hackney>

⁸⁸ <https://www.mckinseyenergyinsights.com/insights/new-reality-electric-trucks-and-their-implications-on-energy-demand/>

8. Yksittäin maahantuodut ja niiden käyttövoimat

8.1 Yksittäin maahantuonti

Suomeen tuodaan ensirekisteröitävien uusien autojen lisäksi vuosittain noin 22 999 – 30 000 kpl eri ikäisiä autoja ns. yksittäin maahantuotuna. Osa tuonnista on yksityishenkilöiden omaan käyttöön tarkoitettuja, mutta myös käytettyjä autoja myyvät yritykset harjoittavat käytettyjen autojen tuontia. Lisäksi markkinoilla toimii erilaisia palveluyrityksiä, jotka avustavat yksityishenkilöitä autojen valinnassa, ostossa ja maahantuonnissa.

Periaatteessa EU-alueelta on verrattain helppoa tuoda auto ja rekisteröidä se Suomeen, koska kaikki ajoneuvojen tekniikkaa koskevat määräykset on harmonisoitu, eli ns. sisämarkkina toimii. Suomen autoverotus kuitenkin vaikuttaa tuontia hillitsevästi, koska myös yksittäin maahantuoduilta autoilta peritään autovero. Yksinkertaistettuna ennen vuotta 2008 käyttöön otetuille autoille veroprosentti määräytyy auton omamassan mukaan, ja käyttöönottovuodesta 2008 alkaen on käytössä hiilidioksidipäästöperusteinen verotus, kuten uusien, ensirekisteröitävienkin autojen kohdalla. Koska monet potentiaaliset auton tuontimaat ovat myös euromaita, on hintojenkin hahmottaminen yksinkertaista. Poikkeuksen tekee vain Ruotsi.

Koska yksittäin tuotujen autojen määrä on kasvanut varsin suureksi, on nykyisin saatavissa varsin kattavat taulukot verotuspäätöksistä, joiden mukaan aiemmat tuontiauto on verotettu. Taulukot löytyvät vero.fi –palvelusta.

Taulukossa 12 on esitetty vuosina 2015, 2016, 2017 ja kuluvana vuonna elokuun loppuun mennessä ensirekisteröityjen ja yksittäin maahantuotujen autojen määrät käyttövoimittain.

Taulukko 14. Vuosina 2015, 2016, 2017 ja kuluvana vuonna elokuun loppuun mennessä ensirekisteröityjen ja yksittäin maahantuotujen autojen määrät käyttövoimittain. (Trafli)

	2015			2016		
	uudet	käytettynä		uudet	käytettynä	
Käyttövoima	ensirek.	tuodut	yht.	ensirek.	tuodut	yht.
Bensiini	69 070	8 929	77 999	77 927	9 346	87 273
Diesel	38 829	12 637	51 466	39 463	14 814	54 277
Maakaasu	140	112	252	127	169	296
FFV	105	81	186	14	113	127
Ladattava hybridi	414	68	482	1 208	213	1 421
Sähkö	243	31	274	223	54	277
	108 801	21 858	130 659	118 962	24 709	143 671
	2017			2018/01-08		
	uudet	käytettynä		uudet	käytettynä	
Käyttövoima	ensirek.	tuodut	yht.	ensirek.	tuodut	yht.
Bensiini	79 034	10 261	89 295	64 661	7 845	72 506
Diesel	36 064	17 054	53 118	21 281	14 322	35 603
Maakaasu	368	929	1 297	934	779	1 713
FFV	1	164	165	0	168	168
Ladattava hybridi	2 553	798	3 351	3 706	1 356	5 062
Sähkö	502	158	660	458	116	574
	118 522	29 364	147 886	91 040	24 586	115 626

Kuten taulukosta nähdään, yksittäistuonti on merkittävää myös uusien käyttövoimien kohdalla, ja itse asiassa maakaasun ja etanoliautojen kohdalla se on ollut keskimäärin jopa runsaslukisempaa kuin uusien autojen ensirekisteröinti. Dieseliä osalta yksittäin tuodaan keskimäärin joka kolmas auto, ja sähkökäyttöisissä autoissa (BEV ja PHEV), yksittäistuonnin osuus on noin 20 %. Koska määrät ovat näinkin merkittäviä, on syytä tarkastella erikseen kannustimien toimivuutta myös yksittäin tuoduissa autoissa.

8.2 Eräitä esimerkkejä markkinapaikoista, joiden kautta voi etsiä käytettyjä kaasu- tai sähköautoja.

Italian automarkkinapaikka

www.automobile.it

Havaintoajankohtana (2.10.2018) palvelussa oli yhteensä 146 703 autoa, joista 1472 maakaasuautoa, 315 täyssähköautoa ja muutama sata lataushybridiä. Tarkkaa määrää on mahdollista selvittää, koska autoja on luokiteltu väärin, ts. ”normaalihybridit” ja ladattavat hybridit ovat sekaisin.

Saksan (ja koko maailman) keskeinen automarkkinapaikka

www.mobile.de

Havaintoajankohtana (2.10.2018) palvelussa oli yhteensä 1 544 077 autoa, joista 2969 maakaasuautoa, 4115 täyssähköautoa ja vajaat 4000 lataushybridiä. Tarkkaa määrää mahdollista selvittää, koska autoja on osin luokiteltu väärin. Niiden mallien määrät, jotka valmistavat vain lataushybridejä olivat Audi 600 kpl, BMW 760 kpl, Mercedes 1000 kpl, Mini 100 kpl, Porsche 450 kpl, VW 1000 kpl, Volvo 500 kpl.

Ruotsin automarkkinapaikkoja

Havaintoajankohtana (2.10.2018) palveluissa oli autoja seuraavasti:

<https://www.bytbil.com/>

72 646 autoa, 17 kaasuautoa, 307 täyssähköautoa

<https://bilweb.se/>

49 925 autoa, 7 kaasuautoa, 244 täyssähköautoa

<https://www.bilgaraget.se/>

14 751 autoa, 17 kaasuautoa, 0 sähköautoa

Suomen keskeinen automarkkinapaikka

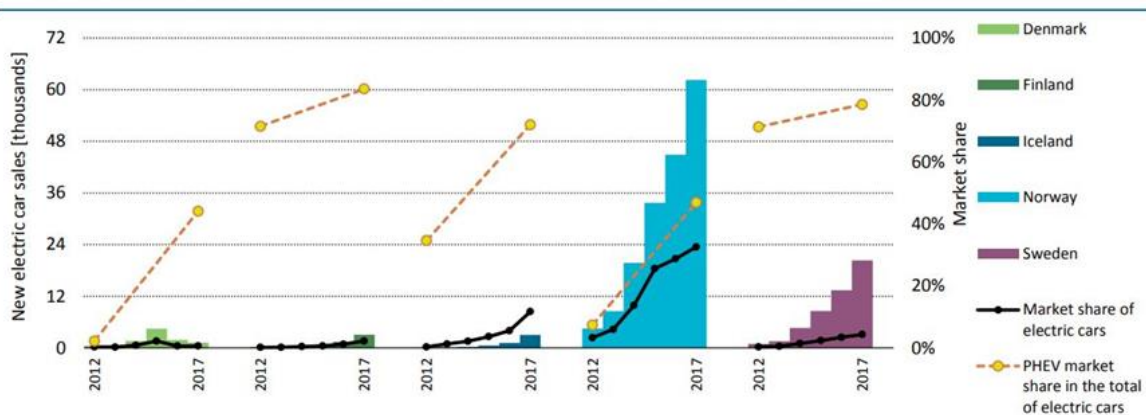
www.nettiauto.com

Havaintoajankohtana (2.10.2018) palvelussa 91 454 autoa, joista 228 maakaasuautoa, 131 täyssähköautoa ja 361 lataushybridiä.

9. Nordic EV Outlook

IEA:n julkaisema Nordic EV Outlook 2018⁸⁹ luo katsauksen Pohjoismaiseen sähköautojen markkinaan ja sen odotettavissa olevaan kehitykseen. Raportissa tarkastellaan myyntilukuja eri maissa, sekä niihin vaikuttavia tekijöitä, sekä eri maiden kannustimia ja arvioidaan niiden vaikuttavuutta. Pohjoismaiden tasolla tarkasteltuna Suomi on myyntimäärissä samalla tasolla Islannin kanssa, ja sekä Norja että Ruotsi ovat selkesti edellä muita Pohjoismaita. Suomi ja Ruotsi ovat suunnilleen samalla tasolla täyssähköautojen ja ladattavien hybridien osuuden suhteen, molemmissa maissa ladattavat hybridit ovat selkesti suosittumia kuin täyssähköautot. Osaltaan tätä selittää mallivalikoiman kapeus, mutta myös tukipolitiikka.

Sähköautojen ensirekisteröinnit ja markkinaosuudet eri Pohjoismaissa 2012-2017



Huomautus: Tanskaa ja Norjaa koskevat uusien autojen myyntimäärät on korjattu suhteessa aiempaan, IEA (2017a).

Lähde: IEA:n analyysi perustuen kunkin maan toimittamiin tietoihin sekä lähteisiin ACEA (2017a, 2017b); Autoalan tiedotuskeskus EAFO (2017); EEA (2017) ja Insero (2017).

Lähdeviitteet julkaisussa "Nordic EV Outlook2018 - Insights from leaders in electric mobility"; International Energy Agency (IEA), 2018.

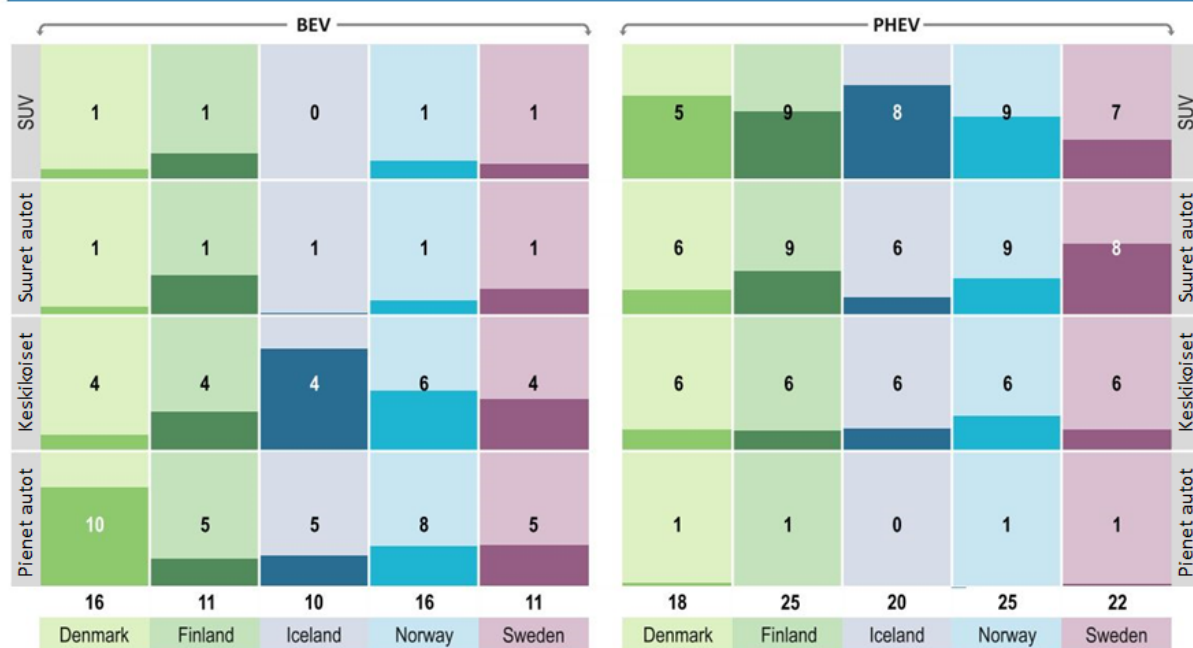
Kuva 21. Uusien sähköautojen myyntimäärät ja markkinaosuus Pohjoismaissa 2012-2017 (IEA⁸⁹)

Jos tarkastellaan markkinoilla tarjolla olevia sähköautomalleja, Suomessa on tarjolla vähemmän täyssähköautoja kuin esimerkiksi Norjassa tai Tanskassa, mutta taas ladattavien hybridien tarjonta on Suomessa Pohjoismaiden parhaimmista, ollen samalla tasolla Norjan kanssa. Lähinnä erot ovat pikkuautoluokassa, mutta myös keskikokoisten autojen kohdalla Norjassa on tarjolla täyssähköautomalleja, jotka puuttuvat Suomen markkinoilta, esimerkiksi Opel Ampera-e, jolle olisi voinut ennustaa hyvää kysyntää myös Suomessa auton teknisten ominaisuuksien perusteella (pitkä toimintamatkä, kokoluokka).

IEA:n raportista puuttuu muutamia automalleja, jotka olivat myynnissä Suomessa vuonna 2017.

⁸⁹ <https://webstore.iea.org/nordic-ev-outlook-2018>

Sähköautojen mallitarjonta segmenteittäin ja tyypeittäin (täyssähkö/BEV ja lataushybridi/PHEV), 2017



Huomautus: Luokkiin kuuluvat autosegmentit: Pienet autot: A, B; Keskikokoiset: C; Suuret autot: D, E; ja SUV: J. Varjostus laatikoissa kuvastaa sähköautojen markkinaosuutta (asteikolla 0-100% kussakin laatikossa), erikseen jokaiselle EV-tyypille, jokaiselle markkina-segmentille ja jokaiselle maalle. Numerot laatikoissa merkitsevät kussakin luokassa tarjolla olevien mallien lukumäärää.

Lähde: IEA-analyysi, joka perustuu lähteisiin Inseron (2018) ja Islannin, BNEF: n (2017). Lähdeviitteet julkaisussa "Nordic EV Outlook2018 - Insights from leaders in electric mobility"; International Energy Agency (IEA), 2018.

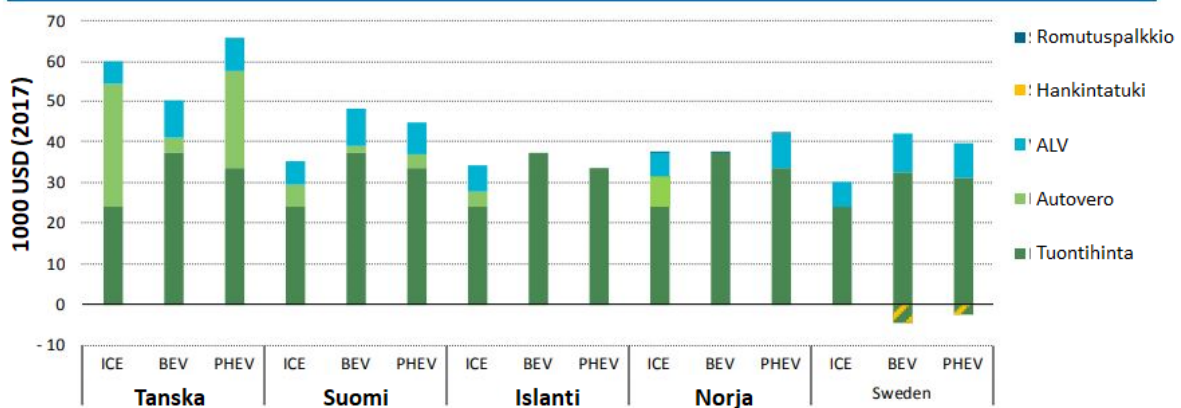
Kuva 22. Eri Pohjoismaiden markkinoilla tarjolla olevat täyssähköautot ja ladattavat hybridit, sekä niiden markkinaosuudet segmenteittäin (IEA⁸⁹).

	Hankinnan tuet				Käytön tuet				Erityisedut	
	Autoveron alennus	Autoverovapaus	ALV-vapautus	Verohyvytykset	Ajoneuvoveron alennus	Ajoneuvoveron vapautus	Alennukset tiemaksuissa, pysäköinnissä, lauttamaksuissa	Työsuhdeautojen veroedut	Joukkoliikennekaiston käyttöoikeus	Vapaa/erityiskilvillä osoitettu pysköinti
Tanska										
Suomi	X				X					
Islanti										
Norja										
Ruotsi										
		Ei etuutta								
		Pakallinen etuus								
		Kansallinen etuus								
Huomautukset:										
Tanskassa polttokennnsähköautot on vapautettu autoverosta vuoden 2018 loppuun.										
Suomessa sähköautolla ei ole erityistä alennusta autoverosta eikä ajoneuvoverosta, mutta niitä verotetaan alimman CO ₂ -päästöluokan mukaan.										
Lähteet: Eri Pohjoismaiden ilmoitukset, IEA HEV (2017), EAFO (2017) ja ACEA (2017)										

Kuva 23. Vertailu eri Pohjoismaiden tukipolitiikasta sähköautoille (IEA⁸⁹)

Verrattuna muihin Pohjoismaihin, Suomessa on vähiten julkista tukea tarjolla sähköautojen hankintaan. Islannissa ja Norjassa auton hankintahintaa alennetaan alennetulla arvonlisäverolla, ja Ruotsissa autohankintaa tuetaan verovähennyksillä sekä yksityisille että yritysautojen ostajille. Heinäkuun alussa 2018 tuli Ruotsissa voimaan uusi tukipolitiikka⁹⁰, missä vähäpäästöiset autot saavat hankintatukea enintään 60 000 SEK (5800 €), ja polttomoottorikäyttöisille autoille tulee 3 000-7 000 SEK (290 - 680 €) lisävero.

Keskikokoisen polttomoottori (ICE), BEV- ja PHEV-autojen ostohinnat eri Pohjoismaissa, 2017



Vertailu perustuu Volkswagen Golf -malleihin: Golf 1.0 110 (hp) TSI bensiini (ICE), e-Golf (BEV) ja Golf GTE (PHEV).

Suomi soveltaa hiilidioksidipäästöön perustuvaa autoveroa. Ruotsilla on suora ostotuki ("supervihreän" auton veroalennus), joka vastaa 4 700 USD (BEV) ja 2 300 USD (PHEV). Islannissa on hiilidioksidipohjaisten autoveron ja sähköautojen ALV-vapautuksen yhdistelmä. Norja soveltaa vapautusta sähköautojen arvonlisäverosta ja antaa alennuksia painoon perustuvassa verotuksessa (PHEV). Tanska soveltaa autoveron alennusta BEV- ja PHEV-autoille, jotka vastaavat 1 500 USD ja BEV:lle myönnettävää rekisteröintiveron lisäalennusta. Tanskaan sovellettava verojärjestelmä oli voimassa lokakuuhun 2017, jonka jälkeen sitä on muutettu.

Lähde: IEA:n analyysi perustuen lähteisiin ACEA (2017c, 2017d); Bjergbakke (2018); Haugneland et al. (2017); Inero (2018); Volkswagen (2017a, 2017b, 2017c, 2017d, 2017e). Lähdeviitteet julkaisussa "Nordic EV Outlook 2018 - Insights from leaders in electric mobility"; International Energy Agency (IEA), 2018.

Kuva 24. Hankintahintojen vertailu eri käyttövoimilla varustettujen autojen välillä (IEA⁸⁹)

⁹⁰ <https://cleantechnica.com/2018/05/02/new-swedish-car-policies-expected-to-spike-electric-vehicle-market-share-in-sweden/>

Maa Instrumentit	Tuet
Tanska • Autoveron alennukset • Autovero-vapaus	Vuoden 2015 loppuun asti täyssähköautot (BEV) vapautettiin autoverosta (hyvin merkittävä), mutta ALV oli edelleen voimassa (ACEA, 2017c). Vuonna 2016 hallitus päätti asteittain nostaa BEV-ajoneuvojen autoveroa, jolloin veroksi tuli 20% koko autoverosta 2016, 40 % 2017, 65 % 2018, 90 % vuonna 2019 ja 100 % vuonna 2020. Samaan aikaan autoveroa on laskettu vuodesta 2015. Nämä muutokset lähes pysäyttivät sähköautomyyntiin. Tanskan hallitus otti käyttöön markkinoiden uudelleen käynnistämiseksi vähennyksen, joka perustui akun kapasiteettiin huhtikuussa 2017. Samalla se päätti pitää BEV-autojen autoveron edelleen tasolla 20 % kahdella lisävuodella, tai kunnes saavutetaan 5 000 uuden rekisteröinnin määrä (Tanskan hallitus, 2017). Lokakuussa 2017 käyttöön otettiin käyttöön uusi autoveron alennusluokka, mikä sisälsi uusia kannustimia sähköautoille ja muille energiatehokkaille autolle (SKAT, 2018).
Suomi • Autoveron ja ajoneuvo-veron alennukset	Suomessa henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen autoverokanta perustuu valmistajan ilmoittamiin CO ₂ -päästöihin. Korkein verokanta (50 % tuontihinnasta) pätee, kun päästöt ovat yli 360 g CO ₂ /km (ACEA, 2017c). Alhaisinta veroprosenttia sovelletaan, kun ajoneuvon hiilidioksidipäästöt ovat 0 grammaa kilometriä kohden. Alin verokanta muuttuu neljässä vaiheessa 3,8 prosentista 2017 2,7 prosenttiin vuonna 2019.
Islanti • Autovero-vapaus ja ALV-alennus	Islanti käyttää myös autoverojärjestelmää, joka perustuu hiilidioksidipäästötasoihin. Vuodesta 2010 lähtien alle 80 gCO ₂ /km: n autot on vapautettu autoverosta (ACEA, 2017c). Tämän rajan yläpuolella verot kasvavat vähitellen. Myös arvonlisäverosta on täyssähköautoille annettu vapautus 1 440 000 ISK (13 500 USD) asti, ja ladattavilla hybrideillä (PHEV) enintään 9 600 000 ISK (9 000 USD) asti. Ylempi taso rajoittaa luksusautojen kannustimia.
Norja • Autovero-vapaus • ALV-vapaus • Vero-hyvytykset	Norjassa on pitkä historia sähköautokannustimien tarjoamisessa vuodesta 1990 alkaen (Haugneland et al., 2017). Selkeät, vakaat poliittiset puitteet ja poliittinen sitoutuminen ovat olleet ratkaisevia tekijöitä pitkän aikavälin vakaan sähköautomarkkinan luomisessa. Erityisen vahvoja kannustimia sovelletaan nollapäästöisten ajoneuvojen (ZEV) hankintaan eli täyssähkö- (BEV) ja vetypolttokennosähköautoihin (FCEV). Ne on vapautettu autoverosta vuodesta 1990 lähtien ja arvonlisäverosta vuodesta 2001 lähtien. Vuonna 2015 ALV-vapautus laajennettiin myös leasingvuokraukseen. Vuodesta 2017 lataushybridiautoille (PHEV) on myös myönnetty 26 % vähennys massasta laskettaessa vuosittaista, auton masaan perustuvaa ajoneuvoveroa.
Ruotsi • Autoverot ja veron alennukset • Verohyvytykset	Vuonna 2006 Ruotsi otti käyttöön määritelmän "vihreä auto", jotka olivat energiatehokkaita ja uusiutuvia energialähteitä tai polttoainetta käyttäviä. Vuonna 2012 "supervihreät autot" eli ajoneuvot, joiden pakokaasupäästöt ovat pienempiä kuin 50 g CO ₂ /km, ovat olleet oikeutettuja ostotukeen ("supermiljöbilspremie"). Vuonna 2016 tuet eriteltiin täyssähköautolle (BEV) 40 000 SEK [4700 USD] ja lataushybrideille (PHEV) 20 000 SEK [2 300 USD] (BilSweden, 2017). Sekä yksityis- että yritysautot ovat oikeutettuja tähän alennukseen. Lisäksi työsuhdeautojen verotusarvo on sähköautoissa pienempi kuin perinteisten polttomoottoriautojen verotusarvot.

Lähteet: IEA analyysi, perustuen eri Pohjoismaiden ilmoittamiin tietoihin; Haugneland et.al. (2017), Government of Norway (2017a); ACEA (2017c, 2017d) ja EAFGO (2017).

Kuva 25. Kannustimet sähköautojen hankintaan eri Pohjoismaissa (IEA⁸⁹)

IEA:n raportissa on Ruotsin osalta vielä vanha kannustinjärjestelmä. Ruotsissa tuli voimaan 1. heinäkuuta 2018 alkaen uusi vähäpäästöisten ajoneuvojen bonus-malus -järjestelmä⁹¹, missä vähäpäästöisen ajoneuvon hankkija voi saada enimmillään 60 000 SEK suuruisen bonuksen. Suurin bonus myönnetään täyssähköautoille, ladattavat hybridit voivat saada auton CO₂-päästöihin sidotusti 20 000 - 30 000 SEK (noin 2500 €) suuruisen bonuksen. Kaasuauton hankintaan myönnetään 10 000 SEK (noin 1000 €) suuruisen bonus. Nykyiset hankintatuet ovat

⁹¹ <http://www.autotoday.fi/Ruotsissa+huima+korotus+polttomoottoriautojen+ajoneuvoveroon+esimerkiksi+Volvo+XC60+-mallin+vero+nousee+yli+nelinkertaiseksi>

40 000 SEK (noin 4000 €) täyssähköautoille ja 20 000 SEK (noin 2000 €) ladattaville hybrideille.

Yli 95 g/km CO₂-päästöt omaaville autoille tulee kolmen vuoden ajaksi korotettu vuosittainen ajoneuvovero, riippuen auton CO₂-päästöistä. Kolmen vuoden jälkeen veron määrä palaa normaalitasolle.

Maa	Ajoneuvojen ostoverojen ja sähköautomarkkinoiden rakenteen välinen suhde
Tanska	Autoveroa koskeva osittainen poikkeus myönnettiin ainoastaan täyssähköautoille (BEV). Lisäksi autoveron porrastaminen polttoaineen kulutusluokituksen perusteella antaa täyssähköautolle enemmän kannustimia kuin lataushybrideille (PHEV). Tanskassa on suurilla autoilla korkeat autoverot (tietyn ostohinnan yläpuolella autoverot ovat paljon korkeammat, ja pienet autot on tyypillisesti hinnoiteltu huomattavasti suurempien mallien alapuolelle. Tanskalaiset täyssähköautomarkkinat keskittyvät siten erityisesti pieneen mallisegmenttiin, joka sisältää kaikki eniten myydyt mallit.
Suomi	Huolimatta autoveron alennuksista, jotka riippuvat gCO ₂ /km-luokituksesta, ero täyssähköauton (BEV) ja lataushybridin (PHEV) autoveroissa on pienempi kuin autojen tuontihinnan ero. Lisäksi nollapäästöisten täyssähköautojen veroetu verrattuna vähäpäästöisiin autoihin (alle 50 gCO ₂ /km) on suhteellisesti pienempi. Tämä tekee esim. VW Golf PHEV-mallin ostohinnoista halvemman kuin BEV-version.
Islanti	Autovero on saman suuruinen riippumatta CO ₂ -päästöistä aina 80 gCO ₂ /km tasolle asti. Tämä ei tue täyssähköautoa (BEV) enemmän kuin lataushybridia (PHEV). Kuluttajien kysyntä suuntautuu myös enemmän suuriin maastoajokelpoisiin autoihin, joita on useammin saatavissa PHEV-versioina, mutta ei täyssähköautona.
Norja	Vapautus arvonnäköverosta ja autoverosta myönnetään ainoastaan täyssähköautoille (BEV). Tämä on avaintekijä BEV-mallien halvemmille ostohinnalle verrattuna lataushybridimalleihin (PHEV). Silti lataushybridit ovat melko suosittuja kotitalouksissa, joissa on vain yksi auto tai jotka usein ajavat yli 100 kilometrin matkoja. Tammikuussa 2017 PHEV-kannustimia lisättiin, jolloin mm. vuotuisen, massaperusteisen ajoneuvoveron veroprosentin määrittämiseen käytettävän kokonaismassan vähennys kasvoi 15 prosentista vuonna 2015 26 prosenttiin vuonna 2017. Suurten PHEV-autojen osalta tämä muutos johti noin 16 000-80 000 NOK (1900-9500 USD) alennukseen verrattuna vastaaviin polttomoottoriautoihin.
Ruotsi	Vuonna 2016 "supervihreiden" autojen etuuksia muutettiin suosimaan täyssähköautoja (BEV) verrattuna lataushybrideihin (PHEV), jolloin BEV- ja PHEV-autojen ostohinta vastaavilla ominaisuuksilla oli likimain sama. Toimenpide ei kuitenkaan vaikuttanut suhteelliseen BEV- tai PHEV-osuuteen Ruotsin sähköautomarkkinoilla. Tekijät, jotka selittävät tämän jouston, ovat yritysautojen verotusarvon alennus sekä kuluttajien mieltymys suuriin PHEV-autoihin. Kun uusi bonus-malus -järjestelmä tuli voimaan vuonna 2018, kasvavat erot BEV:n ja PHEV:n kannustimien välillä saattavat muuttaa myyntiosuuksia johtaen suurempaan BEV-mallien osuuteen.

Lähteet: ACEA (2015), ACEA (2017c, 2017d), Insero (2017), Government of Norway (2017a), ja Danish Ecological Council (2015).

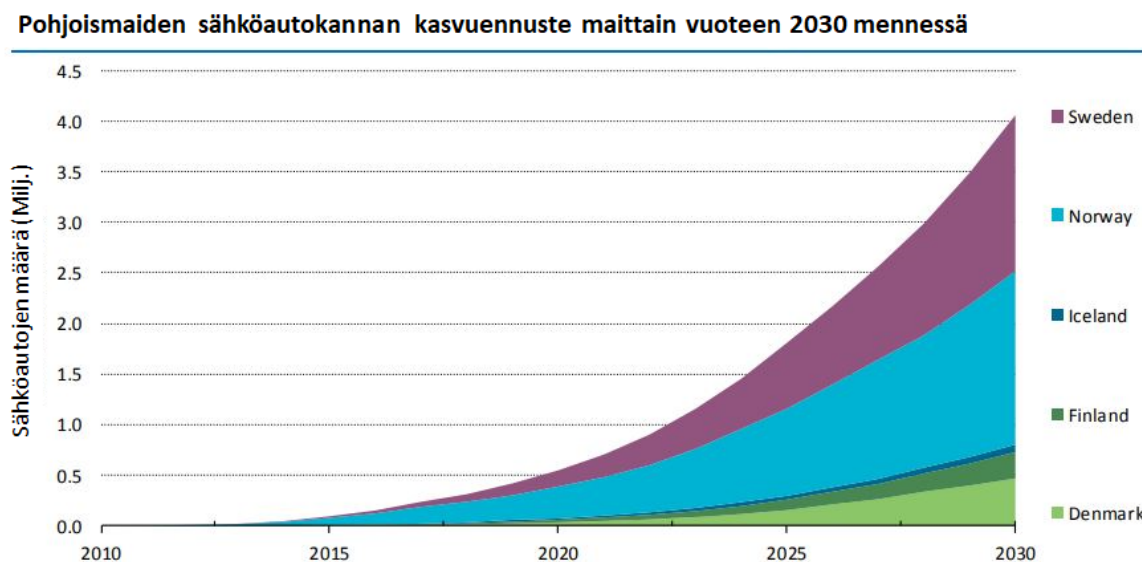
Kuva 26. Autoveron vaikutus sähköautomarkkinaan eri Pohjoismaissa (IEA⁸⁹)

IEA nostaa esiin, että Suomen tämän hetkinen verotus tekee ladattavista hybrideistä suhteessa edullisempia verrattuna täyssähköautoihin, jos katsotaan auton maahantuontihintaa. Tämä osaltaan tukee myös ladattavien hybridien hankintaa.

Maa	Vuotuiset ajoneuvoverot henkilöautoille
Tanska	Tanskassa vuosittaiset ajoneuvoverot lasketaan polttoaineen kulutuksen ja painon perusteella. Täyssähköautot (BEV) maksavat vähimmäismäärän ja lataushybridit (PHEV) vähemmän kuin vastaavat polttomoottoriautot.
Suomi	Suomessa ajoneuvovero koostuu kahdesta osasta: CO ₂ -päästöihin perustuvasta perusosasta ja käytetystä polttoaineesta riippuvaisesta osasta, jonka tarkoituksena on lähinnä tasapainottaa bensiinin ja vähemmän verotettujen polttoaineiden (dieselpolttoaine, maakaasu ja sähkö) eroa. Täyssähköautot (BEV) maksavat vähimmäismäärän (106 EUR [120 USD] vuodessa) ja lataushybridit (PHEV) maksavat vähemmän kuin vastaavat polttomoottoriautot.
Islanti	Islannissa vuosittaiset ajoneuvoverot riippuvat CO ₂ /km -luokituksesta. Täyssähköautot (BEV) on vapautettu vuotuisesta ajoneuvoverosta (noin 4 200 ISK [40 USD]). Koska vero on saman suuruinen aina 121 gCO ₂ /km tasoon asti, lataushybridit (PHEV) maksavat saman verran veroa kuin pienet polttomoottoriautot.
Norja	Norjassa vuotuinen ajoneuvovero perustuu polttoainetyyppeihin. Täyssähköautolle (BEV) ja lataushybrideille (PHEV) myönnetään alennus, ja ne maksavat vain vähimmäismäärän, 455 NOK (55 USD).
Ruotsi	Ruotsissa vuotuinen ajoneuvovero perustuu painoon ja CO ₂ -päästöihin kilometriä kohden. "Supervihreät" autot saavat verovapauden viiden vuoden ajan ensirekisteröinnin jälkeen. Tämä vastaa keskimäärin noin 1 760 kruunua (210 USD) vuotuista verohelpotusta.

Lähde: IEA-analyysi perustuen eri Pohjoismaiden ilmoituksiin täydennettynä ACEA (2017a, 2017b), Autoalan tiedotuskeskus (2017). EAFO (2017) ja Insero (2017, 2018).

Kuva 27. Vuotuiset ajoneuvoverot sähköautoille eri Pohjoismaissa 2017 (IEA⁸⁹)



Viesti: Nykyisen markkinakehityksen, tiedossa olevien tukitoimien ja ilmaston muutoksen hillinnän tavoitteiden ansiosta Pohjoismaiden yhteisen sähköautokannan ennustetaan nousevan noin 4 miljoonaan yksikköön vuoteen 2030 mennessä.

Kuva 28. Ennustettu autokannan kasvu eri Pohjoismaissa vuoteen 2030 mennessä (IEA⁸⁹)

10. Johtopäätökset

10.1 Kaasuautojen markkinatilanne

Kaasukäyttöisiä henkilöautoja ensirekisteröitiin 2018 tammi-syyskuun aikana 1118 kpl, kun koko viime vuoden ajalta tilastoitiin 433 uutta kaasuautoa⁹². Kaasuautojen kohdalla käytettyjen autojen tuonti on ollut varsin runsasta parin viime vuoden (2016, 2017) aikana, ja käytettyjä autoja on rekisteröity enemmän kuin uusia. Kuluvana vuonna uusien autojen osuus on kuitenkin ollut paljon käytettyjä suurempi luultavasti siksi, että uusille kaasuautoille on voinut saada 2000 € romutuspalkkiotuen. Pääasialliset tuontimaat ovat todennäköisesti Ruotsi ja Saksa, joissa molemmissa on melko vahva kaasuautokanta. Käytetty kaasuauto on tietysti edullisempi kuin uusi, ja käytettyinä on ollut tarjolla myös suurempia autoja (Volvo S60, V70, S80, MB E-sarja, VW Passat) kuin tämän hetken uusien autojen tarjonta.

Kaasuautojen kohdalla markkinatilanne on myös lähempänä normaalia kuin sähköautojen osalta, koska käytettyjen tuonti on kasvattanut autojen kokonaismäärää ja toimii hyvänä referenssinä käytettyjen autojen jäännösarvoista. Uusien käyttövoimien ja voimalaiteteknologioiden kohdalla on aina havaittavissa eräänlainen ”tyhjiö”, joka haittaa autojen jälleenmyyntiarvojen määrittämistä, kun niille ei ole saatavissa markkinoilta viitehintaa. Yleensä tämä ilmiö johtaa esim. leasing-autojen jäännösarvojen voimakkaaseen aliarvioimiseen, jolla vuokraaja pyrkii minimoimaan riskinsä, mutta ajoneuvon haltijan kohdalla se johtaa korkeaan sopimushintaan. Vasta kun eri-ikäisten ja -merkkisten käytettyjen autojen markkina kasvaa riittävän suureksi, voidaan jäännösarvot arvioida lähemmäs todellisuutta, ja välttyään leasing-maksujen ylihinnittelulta.

Eri korimallien suhteen kaasuautojen tarjonta on tasaisempaa kuin täyssähköautoissa, esimerkiksi suosittuja farmarikorisia malleja on useita. Selkeänä puutteena on suurempikokoisten autojen puuttuminen, mikä saattaa rajoittaa kysyntää, ja ohjata sitä käytettynä tuotuihin autoihin. Toisaalta uutena tarjottavat kaasuautot ovat selkeästi saksalaismerkkien (tai konsernien) hallitsemia, eikä esimerkiksi japanilaismerkeiltä ole listalla yhtään mallia.

Kuten kohdassa 7.4 esitetty analyysi osoittaa, kaasuautojen markkinoiden kehitys on viimeisten vuosien osalta ollut kuitenkin sen verran lupaavaa, että tavoitteen mukaiseen automäärään on mahdollista päästä, mutta siihen sisältyy varsin huomattava osuus käytettynä tuotuja autoja, jolloin niiden vaikutus koko autokannassa jää lyhytaikaisemmaksi kuin uusina Suomeen ensirekisteröityjen autojen. Lisäksi Gasum Oy:n kiinteähintainen polttoainekampanja loppuu vuoden 2018 lopussa, mikä osaltaan voi heikentää kaasuauton haluttavuutta, ellei sitä korvata jollain muulla kannustimella.

10.2 Sähköautojen markkinatilanne

Täyssähköautojen osalta autovalikoima Suomen markkinoilla on vielä kapea, ja Suomessa suosituinta korimallia farmaria ei löydy yhdenkään autovalmistajan valikoimista sähköisenä. Autojen hankintahinta on korkea verrattuna vastaaviin polttomoottoriautoihin, eikä nykyinen

⁹² https://www.trafi.fi/trafi/ajankohtaista/6366/henkilöautojen_ensirekisteröinnit_kasvaneet_8_0_alkuvuoden_aikana_-_ladattavat_bensiinihybridit_lisanneet_suosiotaan

hankintatuki vielä riittävästi kavenna hintaeroa, jotta kysyntä lähtisi nopeampaan kasvuun. Trafin teettämässä tutkimuksessa⁹³ selvisi, että etenkin paljon ajavilla, sähköauton kokonaiskustannukset ovat jo joko samalla tasolla tai halvemmat kuin vastaavan, hankintahinnaltaan kalliimman polttomoottoriauton tarkasteltaessa kustannuksia 5 ja 10 vuoden tarkkailujaksolla. Samalla valitettavasti hankintahinta on edelleen usealle auton ostajalle tärkein auton hankintakriteeri, josta ei olla valmiita tinkimään tai josta ei ole mahdollista tinkiä⁹⁴.

Tarkasteltaessa lähitulevaisuuden kehitystä tulevan kahden vuoden aikana, on markkinoille tulossa useita automalleja, joiden voidaan olettaa nostavan täyssähköautojen kysyntää myös Suomessa. Tulevien autojen toimintamatka on lähellä aiemmassa GASELLI-kuluttajakyselyssä indikoitua haluttua aluetta. Hinnan suhteen suurimmat odotukset kohdistuvat VW:n uuden MEB-pohjalevyn pohjalta tulossa oleviin autoihin, joiden hintatasoksi VW-konserni on lupailut jo hyvin lähelle vastaavien polttomoottoriautojen hintaa. Aika näyttää, pitävätkö VW:n lupaukset, ja miten muu markkina tähän reagoi.

Jo vuoden 2018 loppuun mennessä Suomessa tulee myyntiin kolme mielenkiintoista mallia, joiden kysynnän voi olettaa olevan nykyisiä täyssähköautomalleja suurempi. Kyseessä ovat Audi e-tron, sekä Hyundai Kona/Kia Niro, joissa kaikissa on yli 400 km toimintamatka, nopea pikalataus ja etenkin Hyundai ja Kian osalta kohtuullinen hinnoittelu. Hyundai/Kia-konsernin autojen suhteen tosin pieni varaus on asetettava autojen saatavuuden suhteen. Myynnissä noin 1,5 vuotta ollut Hyundai Ioniq electric on osoittanut, että autojen saatavuus ja pitkä toimitusaika ovat rajoittaneet auton kysyntää. Hyundai/Kia -konsernin julkistamat tuotantomäärät mainituille automalleille vuonna 2018 ovat melko pieniä. Autojen runsaat ennakkovaraukset sekä konsernin kotimaassa Etelä-Koreassa että johtavalla sähköautomarkkinalla Norjassa osoittavat että autojen tekniset ominaisuudet ja tuettu hinta tekevät niistä suosittuja, ja nähtäväksi jää, mikä ko. mallien saatavuudeksi jää muilla markkinoilla. Toistaiseksi ne markkinat, joissa autoja on tuettu vahvasti, ja joissa kysyntä on myös sitä kautta vahvaa, ovat saaneet autoja ensimmäisenä.

Rajoittuneesta mallivalikoimasta huolimatta täyssähköautojen myyntimäärät ovat olleet hyvässä kasvussa vuosittain. Mikäli nykyinen kasvuvauhti jatkuu, täyssähköautojen määrä olisi Suomessa vuonna 2030 noin 80 000 kpl.

Ladattavissa hybrideissä autovalikoima on laajempi, ja myös Suomessa suosittuja korimalleja löytyy useissa kokoluokissa. Autojen keskihinta on kuitenkin korkeahko, halvimman mallin lähtöhinnan ollessa noin 33 000 €. Myydyimpien mallien hintataso on tätä vielä reilusti korkeampi, ollen noin 50 000 ... 70 000 €. Tästä huolimatta ladattavien hybridien myyntimäärät ovat täyssähköautoja vielä nopeammassa kasvussa. Tammi-elokuun aikana 2018 rekisteröitiin yhteensä yli 3700 kpl uusia ladattavia hybridiautoja, joka on suurempi määrä kuin koko edeltävän vuoden rekisteröintimäärä yhteensä⁹⁵. Mikäli sama kehitys jatkuu koko vuoden, tultaneen myynnissä yltämään reilusti yli 5000 autoon, mikä on yli kaksinkertainen vuoden 2017 rekisteröintiin verrattuna.

Merkittävää on myös lataushybridien suuri suosio käytettynä maahantuoduissa autoissa. Ajalla 2015 - 2018/08 on Trafin tilaston mukaan rekisteröity yhteensä 7881 ladattavaa hybridiä, ja

⁹³ https://www.trafi.fi/oleedellakavija/ajamisen_hinta

⁹⁴ https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx_us_auto_DTT-GlobalAutoSurvey_ElectricVehicles_100411.pdf

⁹⁵ https://www.trafi.fi/trafi/ajankohtaista/6366/henkilöautojen_ensirekisteröinnit_kasvaneet_8_0_alkuvuoden_aikana_-_ladattavat_bensiinihybridit_lisanneet_suosiotaan

samana ajanjaksona käytettyinä on tuotu maahan melkein 2500 autoa, eli noin neljännes kokonaisrekisteröinneistä. Täyssähköautoissa käytettynä tuotujen osuus on vähän pienempi, noin 20 % kokonaisrekisteröintimäärästä.

EU-tyyppihyväksymisien siirtyminen uuteen WLTP-menetelmään saattaa osittain aiheuttaa markkinahäiriöitä ja myynnin kasvua alkuvuotena, koska vanhat tyyppihyväksymiset olivat voimassa vain elokuun 2018 loppuun, ja sen jälkeen alettiin soveltaa uutta järjestelmää. Osin tämä merkitsi katkosta myynnissä, jos autoja ei oltu vielä hyväksytty uuden järjestelmän mukaisesti, tai jos oli odotettavissa, että esimerkiksi hiilidioksidipäästölukema, jonka mukaan autovero määräytyy, olisi suurempi WLTP:n mukaan. Verotaulukkoja kuitenkin korjattiin 1.9.2018 alkaen, jotta mahdollinen ero kompensoituisi. WLTP tulee kuitenkin vaikuttamaan ladattavien hybridien tulevaisuuteen, koska autonvalmistajat joutuvat käytännössä kasvattamaan akkukkoja päästökseen samoihin päästörajoihin kuin aikaisemmassa NEDC-mittauksessa.

Tarkasteltaessa sekä täyssähköautojen että ladattavien hybridien kasvuvauhtia, näyttää siltä että 250 000 sähköauton tavoite vuodelle 2030 on osoittautumassa saavutettavaksi nykyisellä myynnin kehityksellä, mikäli se jatkuu samanlaisena. Autokannan kasvu tulee tosin riippumaan myös tulevien automallien saatavuudesta. IEA:n Nordic EV Outlook 2018-raportissa esitetty ennuste Suomen sähköautomäärälle on noin 250 000 kpl vuonna 2030, eli se on hieman varovaisempi arvio kuin tässä raportissa esitetty polynomisovituksen pohjalta tarkasteltu arvio. IEA:n arvio on melko lähellä hallituksen ilmastotavoitteissa asetettua tavoitemäärää, ja luultavasti melko realistinen.

Nykyisten täyssähköautojen ja ladattavien hybridien hintataso on sellainen, että se tulee rajoittamaan autokannan kasvua markkinan saturoituessa korkeammassa hintaluokassa. Toisaalta, lyhyen ajan sisällä markkinoille on tulossa edullisempia sähköautoja, joka tulee tukemaan sähköautokannan kasvua.

Vuoteen 2025 mennessä sekä täyssähköautojen että ladattavien hybridien osalta markkinoille on tullut jo runsaasti automallivaihtoehtoja, ja täyssähköautojen hintatason pitäisi olla samalla tasolla vastaavien polttomoottoriautojen kanssa. Oletettavaa on, että noin seuraavan seitsemän vuoden aikana (2018 - 2025) tullaan vielä tarvitsemaan tukitoimia sähköautokannan kasvun varmistamiseksi.

Sähköisten hyötyajoneuvojen ja kaupallisen liikenteen kaluston, kuten kaupunkibussien, roska-autojen, taksien, tavarajakelun pien- ja pakettiautojen sekä myös kuljetuksen ja logistiikan markkinaa ja edellytyksiä sähköistykseen pidetään hyvänä. Ensimmäisenä laajamittaiseen sähköistykseen ehtivät kaupunkibussit.

11. Yhteenveto

Tämä väliraportti on toinen osa Valtioneuvoston kanslian tilaamaa selvitystyötä ”Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämistoimet - GASELLI”. Raportissa kartoitetaan sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymiä etenkin Suomessa, verrokkina muut Pohjoismaat ja eräät muut Euroopan maat.

Tuloksissa esitetään analyysit eri autotyyppien markkinatilanteesta ja oletettavissa olevasta kehityksestä. Tuloksia verrataan sähköautojen osalta IEA:n julkaisemaan Nordic EV Outlook 2018 -raporttiin.

Kaasuautojen osalta asetettu tavoite 50 000 autolle vuoteen 2030 mennessä vaikuttaa saavutettavalta, mutta se tulee tarkoittamaan kaasuautojen osalta kohtalaisen suurta käytettyjen autojen osuutta autokannasta, jolloin niiden vaikutus autokannassa jää lyhyemmäksi kuin uutena ensirekisteröidyillä autoilla. Nykyisin markkinoilla oleva kaasuautovalikoima on kohtalaisen hyvä etenkin eri korimallien suhteen, mutta valikoimasta puuttuvat suurikokoiset autot, ja markkina on selkeästi saksalaisten konsernien hallitsema, eli esimerkiksi japanilaiset tai korealaiset kaasuautot puuttuvat kokonaan vaihtoehtoista. Oletettavaa onkin, että markkinan puutteita tullaan paikkaamaan käytettyjen autojen tuonnilla etenkin Saksasta ja Ruotsista.

Sähköautojen myynnin kehitys näyttää tilastojen ja IEA:n ennusteen pohjalta tarkasteltuna johtavan nykyisen 250 000 auton tavoitteen saavuttamiseen vuoteen 2030 mennessä. Valtaosa autoista olisi tämän hetken tilanteen pohjalta luodun ennusteen perusteella tuolloin ladattavia hybridejä, täyssähköautojen määrän jäädessä noin viidesosaan koko sähköautokannasta. Täyssähköautojen osalta myyntiä rajoittavat tällä hetkellä rajallinen mallivalikoima, korkeat hankintahinnat, sekä autojen saatavuus, ja myynnin kasvu onkin vielä selkeästi maltillisempaa kuin ladattavilla hybrideillä. Täyssähköautojen myynnin voidaan olettaa kiihtyvän autovalikoiman laajentuessa ja hintojen laskiessa, viimeistään vuosien 2022-2025 paikkeilla.

Useimmilla autonvalmistajilla on sähköautostrategia, joka tähtää kohtalaisen laajaan sähköautovalikoimaan vuoteen 2025 mennessä. Useiden markkina-analyytikoiden arviot ennustavat sähköautojen hankintahinnan saavuttavan vastaavien polttomoottoriautojen tason myös tuohon samaan vuoteen mennessä. Oletettavaa on, että vuoden 2025 jälkeen suuremmat tukitoimet eivät ole enää tarpeen, mutta siihen saakka on syytä varautua sähköautojen tukeen jossakin muodossa.

Lopulliset johtopäätökset esimerkiksi sähköautomarkkinan kehityksen, kannustimien vaikuttavuuden tai lataustoimialan vientipotentiaalin suhteen tullaan tekemään loppuraporttivaiheessa.

Työryhmä varaa itselleen myös oikeuden vielä tarkentaa tässä raportissa esitettyjä johtopäätöksiä ja linjauksia mahdollisten projektin jatkovaiheessa esille tulevien lisätietojen tai -tarkastelujen perusteella loppuraportin yhteydessä.